

# Földtani kutatás

1981. XXIV. évfolyam 4. szám



A szerkesztő bizottság elnöke:

DR. FÜLÖP JÓZSEF

A szerkesztő bizottság tagjai:

DR. ALFÜLDI LÁSZLÓ  
DR. ADÁM OSZKÁR  
DR. DANK VIKTOR  
FALUSI ISTVÁN  
DR. FARKAS ÜDÖN  
MORVAI GUSZTÁV  
DR. NEMECZ ERNŐ  
DR. RÓNAI ANDRÁS  
DR. SZABADVÁRY LÁSZLÓ  
SZANTNER FERENC  
SZÉLES LAJOS  
DR. TÓTH MIKLÓS

Szerkesztő:

HORN JÁNOS

\*

Budapest I., Iskola u. 13. III. 311.

\*

Felelős kiadó:

Központi Földtani Hivatal

\*

A Földtani Kutatás megjelenik évente négy alkalommal

Egy-egy lap ára 22,- Ft  
Előfizetés és terjesztési ügyben  
felvilágosítást  
a Magyarhoni Földtani Társulat  
(Bp. VI., Anker köz 1.) ad  
Telefon: 229-870

HU ISSN 0133-2422

Felelős vezető: Gyentli Pál

FMNYV d. t. 4376

## TARTALOMJEGYZÉK

Hingl József—Dormán József: Geotermikus fúrások lemélyítésének öblítő-folyadék-technológiai problémái és feladatai — — — — —	3
Drávucz Imre—Bíró Péterné: Alacsony szilárdanyagtartalmú öblítőfolyadékokban alkalmazható vinilacetát-maleinsavanhidridkopolimer előállítás és vizsgálata — — — — —	11
Dormán József: Szilárdanyagmentes polimer-elektrolit rendszerek a fúrási teljesítmények növelésére — — — — —	21
Molnár Jenő: Az invertemulziós iszapok többszöri felhasználhatóságának tapasztalatai — — — — —	25
Dr. Berlinger Henrik—Molnár Jenő: Márgák ozmótikus és iontranszport tulajdonságainak vizsgálata — — — — —	33
Papp László: Öblítőfolyadékok okozta fúrószerszám-korrózió hőmérsékleti és nyomásfüggése — — — — —	39
Magyar József—Meidl Antal: A kállumos és SYN-CM típusú öblítőiszappal végrehajtott üzemi kísérletek a kiskunhalasi és szanki mezőben — — — — —	45
Dr. Alliquander Üdön: A fúrási szelvényezés — — — — —	49
Tornyi Lajos: Cementezés tervezés néhány szempontja — — — — —	63
Schwendtner Imre: A görgősfúrófejlesztés újabb eredményei — — — — —	69
Schwendtner Imre—Ösz Árpád: Új lyuktalpi fúrómotor: a csavarmotor — — — — —	71
Ösz Árpád: Fúrófelhasználás alakulása a forráskúti kutatási területen — — — — —	75
Barabás László: OKGT bérfúrási tevékenysége Irakban — — — — —	79
Csath Béla: A mélyfúrási és vízkutatás a XIX. század második felében — a magyarországi vízbányászat kialakulása: a Zsigmondyak kora — — — — —	81
Buda Ernő: A magyar kítőréselhárítás műszaki fejlesztése a zsanai gázkitörés megfékezése után — — — — —	84
Szerkesztői közlemény — — — — —	91

## INHALTSVERZEICHNIS

Hingl József—Dormán József: Spülungstechnologische Problemen und Aufgaben bei der Abteufung von geothermischen Bohrungen — — — — —	3
Drávucz Imre—Bíró Péterné: Herstellung und Untersuchung der syntetischen Zusätze von feststoffarmen Spülungen — — — — —	11
Dormán József: Feststofffreie Polymer—Elektrolit—Systeme zur Erhöhung der Bohrleistung — — — — —	21
Molnár Jenő: Erfahrungen bei mehrmaliger Verwendung von Invertemulsionsspülungen — — — — —	25
Dr. Berlinger Henrik—Molnár Jenő: Untersuchung der osmotischen und Iontransporteigenschaften von Mergeln — — — — —	33
Papp László: Untersuchung der Korrosionserscheinungen an Bohrgeräten in Bohrspülungen — — — — —	39
Magyar József—Meidl Antal: Erfahrungen bei der experimentellen Anwendung neuer Spülungsarten im Felde Szank — — — — —	45
Dr. Ö. Alliquander: Bohrlochmessungen gleichzeitig mit dem Bohrprozess — — — — —	49
Tornyi Lajos: Einige Aspekte bei Zementageprojekten — — — — —	63
Schwendtner Imre: Moderne ungarische Rollenmeissel — — — — —	69
Schwendtner Imre—Ösz Árpád: Ein neuer Sohlenbohrmotor: der Schraubenmotor — — — — —	71
Ösz Árpád: Der Verlauf des Meisselverbrauches im Felde Forráskút — — — — —	75
Barabás László: 10 Jahre ungarische Bohrtätigkeit in Irak — — — — —	79
Csath Béla: Tiefbohrung und Wasserexploration in der zweiten Hälfte des XIX. Jahrhunderts — Herausbildung des Wasserbergbaus in Ungarn: die Zeit der Zsigmondy-Familie — — — — —	81
Buda, Ernő: Technische Entwicklung der ungarischen Eruptionsbekämpfung nach dem Gasausbruch in Zsana — — — — —	84
Redaktionsmitteilungen — — — — —	91

## LEGEND

Hingl József—Dr. Dormán József: Drilling mud problems and tasks during drilling steam wells — — — — —	3
Drávucz Imre—Bíró Péterné: Production and investigation of polymer additives to the low solid drilling muds — — — — —	11
Dr. Dormán József: Polymer electrolyte systems with no solids for increment of drilling activities — — — — —	21
Molnár Jenő: Experiences gained from multi-usage of invert emulsions — — — — —	25
Dr. Berlinger Henrik—Molnár Jenő: Investigation of osmoses and ion-transport properties for the shales — — — — —	33
Papp László: Study of corrosion occurring in the drilling too affected by drilling mud — — — — —	39
Magyar József—Meidl Antal: Experiences resulted from the experimental usage of new types of mud in the field of Szank — — — — —	45
Dr. Ö. Alliquander: Drill-logging — — — — —	49
Tornyi Lajos: Some aspects for planning of cementing procedure — — — — —	63
Schwendtner Imre: Vp-to-date Hungarian made three — cones bits — — — — —	69
Schwendtner Imre—Ösz Árpád: New bottom-hole engines — helical bottom hole motor — — — — —	71
Ösz Árpád: Estimation of drilling bits in the field of Forráskút — — — — —	75
Barabás László: 10 years drilling activity in Iraq — — — — —	79
Csath Béla: Deep drilling and water exploration in the second half of the 19th century — Development of the Hungarian water mining: the era of the Zsigmondy people — — — — —	81
Buda, Ernő: Technical development of the Hungarian blow-out prevention after the blow-out of Zsana — — — — —	84
The editor answers: — — — — —	91



# FÖLDTANI KUTATÁS

1981. XXIV. évfolyam 4. szám



# FÖLDTANI KUTATÁS

1921. évi XLIV. kötet



# Geotermikus fúrások lemélyítésének öblítőfolyadék-technológiai problémái és feladatai

HINGL JÓZSEF—DORMÁN JÓZSEF

## Bevezetés

Az alkalmazott öblítőfolyadék-technológia fejlesztésének egyik legfontosabb feladata a hőstabilitás növelése. A nagymélységű fúrásokban a lyuktalp-hőmérséklet elérheti — vagy meghaladhatja — az 500 K-t, s ilyen szélsőséges viszonyok mellett is biztosítani kell az öblítőfolyadék alapvető paramétereinek stabilitását, s ezen keresztül hatékony és biztonságos lyukmélyítés feltételeit.

A magas hőmérsékletű fúrások különleges típusát képviselik a geotermikus energia feltárására irányuló kutak, amelyekben a rendkívül magas hőmérséklet (575—585 K) viszonylag kis mélységeknél jelentkezik.

Az alkalmazott vizesközegű öblítőfolyadék hőstabilitását alapvetően az alapkomponek agyagásvány, valamint a különböző — szerves és szervetlen — adalékanyagok minősége és koncentrációja határozza meg.

A megfelelő adalékanyag-kombinációk és a kémiai közeg megválasztásával a teljes hőmérsékletintervallum sikerrel átfedhető.

A kellően rugalmas, könnyen alakítható öblítőfolyadéktípus az aktuális igényekhez igazodó, gazdaságosan alkalmazható öblítőfolyadék-technológiai megvalósítását tette lehetővé a mi-losi geotermikus fúrás lemélyítésekor. Ugyanakkor laboratóriumi vizsgálataink eredményei szerint még további lehetőségekkel is rendelkezünk.

## Hőstabil, vizesközegű öblítőfolyadékok előállításának szempontjai

A vizesközegű öblítőfolyadékok alkalmazásának a korlátozott hőtűrőképeség szab határt. Ennek oka alapvetően kettős:

- a bentonit magas hőmérsékleten bekövetkező termikus koagulációja (ugrásszerű viszkozitásnövekedés),
- a vízleadást szabályozó polimerek (pl. CMC) és egyéb adalékok hőbomlása.

Ily módon a hagyományosnak tekinthető gipszbázisú öblítőfolyadék gazdaságosan addig alkalmazható, amíg a dinamikus lyuktalpi hőmérséklet nem haladja meg a 445—455 K-t.

Ez a tapasztalat egybevág Skelly és Kjellstrand vizsgálatainak eredményeivel, amelyek szerint a leggyakrabban alkalmazott ferro-króm lignoszulfonátok (FCLS) hőbomlása kb. 440—450 K-nél kezdődik [1].

Magasabb hőmérsékleteknél az anyagfelhasználás exponenciálisan növekszik.

Különösen nehéz feladat a reológiai és filtrációs jellemzők szabályozása ilyen körülmények

között, ha az öblítőfolyadék sűrűsége — s ezzel szilárdanyagtartalma — magas.

Kétségtelenül jelentős előrelépésként könyvelhető el a „gyantajellegű” adalékok (pl. Resinex, Durenex, Poly R., stb.), vízleadáscsökkentőként való felhasználása, ezen anyagok ugyanis hőstabilabbak a cellulóz-alapú polimereknél (kb. 20—25 K-el), ugyanakkor lényegében — és szemben pl. a CMC-vel — nem befolyásolják a reológiai tulajdonságokat.

Ezt a Resinexszel kapott hazai adatok is egyértelműen alátámasztják. A Resinexszel kezelt gipszbázisú öblítőfolyadék hőtűrőképesége is csak kb. 470—480 K-re tehető (reálisan ez az elérhető legmagasabb dinamikus hőmérsékletnek felel meg). Ezen adalékanyagok a FCLS-tal együtt alkalmazva, az ún. színenergetikus kölcsönhatás következtében különösen hatékonyak. A reológiai tulajdonságok szabályozása — magas hőmérsékleten történő stabilizálása — esetében valószínű, hogy a kémiailag hasonló felépítésű vízleadáscsökkentők gátolják a FCLS deszorpcióját az agyagásványok felületéről, amely folyamat a növekvő hőmérséklettel bekövetkező termikus koaguláció egyik alapvető oka. A gazdaságosan alkalmazható hőstabil vizesközegű öblítőfolyadékok előállításához a bentonitot is célszerű nagyobb hőtűrőképeségű adalékkal helyettesíteni. E célra kitűnően alkalmazható agyagásvány a *szepiolit*, amely a hőre és elektrolitra egyaránt érzéketlen. Ugyanis a szepiolit szuszpenzió viszkozitása a hőkezelés hatására gyakorlatilag nem változik, illetve telített sós-vízben is hatékony.

Hátránya, hogy viszonylag nagy nyíróerő szükséges a diszpergáláshoz, szuszpenzióba vite-  
léhez, továbbá a vízleadása meglehetősen magas (80—130 cm<sup>3</sup>).

Ezen agyagásvány szerkezetéből és tulajdonságaiból adódóan célszerűen a polimer típusú vízleadáscsökkentők alkalmazandók a víztartóképeség szabályozására. Kismennyiségű bentonit (max. 25 kg/m<sup>3</sup>) hozzáadásával a vízleadás jelentős javítható, anélkül, hogy a rendszer hőérzékenységét számottevően befolyásolná. Ezzel a megoldással a nem-polimer jellegű anyagokkal is megfelelő hatékonyság biztosítható.

A legújabb kutatási eredmények azt mutatják — s ezt az üzemi tapasztalatok is alátámasztják —, hogy a megfelelő, alacsony molekulásúlyú polielektrolitok (pl. a szulfonált sztirol maleinsavanhidrid kopolimer — SSMA), amelyek erőteljes deflokuláló hatást fejtenek ki igen magas hőmérsékleten (530—540 K), lehetővé teszik a bentonit alapú öblítőfolyadékok alkalmazását ilyen körülmények között is [2].



Az ismert, illetve az előbbekben említett adalékokkal kialakítható öblítőfolyadékok lehetőséget teremtenek egy igen széles hőfoktartomány gazdaságos és technológiai szempontból is megfelelő átfedéséhez.

Tengervízalapú, hőstabil öblítőfolyadékok

A Miloson mélyülő geotermikus fúrások mélyítése során — az előzetes tapasztalatok szerint — részleges, illetve teljes folyadékvesztés lehetsége áll fenn. A repedezett veszteséges rétegek gyors harántalása a célszerű tömedékelő módszerek alkalmazása mellett is szükségessé teheti a teljes folyadékvesztés melletti fúrást. Ilyen körülmények között a szükséges folyadékmennyiség csak a tengerből biztosítható. Másrészt a korábban fúrt sekély (30—50 m) vízkutak alacsony produktivitása mellett a nyert

víz széles határok között — és folyamatosan — változó elektrolittartalma rendkívüli mértékben megnehezítené az állandó öblítőfolyadék paraméterek fenntartását.

A legegyszerűbb és viszonylag hőstabil rendszer a tengervíz alapon elkészített mészbázisú öblítőfolyadék, amelynek a reológiai tulajdonságait FCLS-sal, a víztartókéességét pedig karboximetil-cellulózzal megfelelő hidratálódásának elősegítése a mag kalcium (440 g/m<sup>3</sup>), valamint magnézium (1150 g/m<sup>3</sup>) tartalom miatt nátriumhidroxid-nátriumkarbonát előkezelésre van szükség.

Mindkét jellemző paraméter könnyebb, hatékonyabb szabályozására nyújt lehetőséget a polianionos cellulóz (Drispac, Seaflo stb.) alkalmazása.

Ezt igazolják az 1. táblázat adatai.

1. táblázat

Polianionos cellulóz (Drispac) hatása az öblítőfolyadék jellemzőire.  
Alapfolyadék: előkezelt tengervízzel (6 kg/m<sup>3</sup> NaOH + 3 kg/m<sup>3</sup> Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)  
készített 80 kg/m<sup>3</sup> koncentrációjú bentonitsuszpenzió

Adalék		—	1 kg/m <sup>3</sup> Drispac	2 kg/m <sup>3</sup> Drispac	4 kg/m <sup>3</sup> Drispac
Tulajdonságok					
Fann leolvasás	600	22,5	22,5	37,5	70,5
	300	12,0	13,5	15,0	43,5
	200	8,5	11,5	21,5	32,0
	100	5,5	7,5	9,0	20,5
	6	1,0	1,5	2,0	3,5
	3	0,5	1,0	1,5	2,5
Látszólagos viszsk.	mN.s.m <sup>-2</sup>	11,2	11,2	18,7	35,2
Plasztikus viszkozitás	mN.s.m <sup>-2</sup>	10,5	9,0	16,0	27,0
Folyási határ	N.m <sup>-2</sup>	0,77	2,30	2,81	4,19
n	—	0,91	0,74	0,80	0,69
K-tényező	N.s <sup>a</sup> .m <sup>-2</sup>	0,021	0,068	0,075	0,30
Mozgási ellenállás	10 <sup>''</sup> /N.m <sup>-2</sup>	0,51	0,26	0,77	1,28
Mozgási ellenállás	10' N.m <sup>-2</sup>	0,77	2,56	4,09	3,58
Vízleadás	cm <sup>3</sup>	42,0	11,9	6,0	6,5

2. táblázat

FSN-gyanta hatása a tengervízalapú öblítőfolyadék hőstabilitására

Összetétel		Alapfolyadék I.	Alapfolyadék I. +10 kg/m <sup>3</sup> CMC	Alapfolyadék II.	Alapfolyadék II. +17,5 kg/m <sup>3</sup> CMC
Tulajdonságok			+10 kg/m <sup>3</sup> SFN		+17,5 kg/m <sup>3</sup> SFN
Fann leolvasás					
600		12,5	28,5	41,0	68,0
300		6,5	15,0	30,0	43,0
200		5,0	10,5	24,5	33,5
100		3,0	6,0	21,0	22,5
6		0,5	1,0	18,5	9,5
3		0,0	0,5	18,0	9,0
Látszólagos viszkozitás	mN.s.m <sup>-2</sup>	6,2	14,2	20,5	34,0
Plasztikus viszkozitás	mN.s.m <sup>-2</sup>	5,0	13,5	11,0	25,0
Folyási határ	N.m <sup>-2</sup>	0,77	0,77	9,7	9,20
n	N.m <sup>-2</sup>	0,94	0,93	0,45	0,66
K tényező	N.m <sup>-2</sup>	0,009	0,023	0,926	0,358
Mozgási ellenállás 10 <sup>''</sup>	—	0,51	0,26	6,90	4,09
Mozgási ellenállás 10'	N.s <sup>n</sup> .m <sup>-2</sup>	0,77	0,77	10,73	14,82
Vízleadás	cm <sup>3</sup>	26,5	14,0	58,0	15,0
Hőkezelés hőmérséklete	K	455	455	475	475

A tengervízalapú öblítőfolyadékok stabilitásának biztosításához alapvetően fontos az alkalinitás (lúgosság) értékek megfelelő beállítása: P<sub>r</sub> = 1,3 — 1,5 ml P<sub>m</sub> = 3,0 — 3,3 ml

amely kalciumoxid (vagy hidroxid) hozzáadásával valósítható meg. A reológiai — és részben a filtrációs — tulajdonságok szabályozására FCLS-ot krómlignitet (CL) kell alkalmazni.



## Resinex hatása a szepiolit-bentonit alapú folyadék jellemzőire

Összetétel		Alapfolyadék II.	Alapfolyadék II. +10 kg/m <sup>3</sup> Resinex	Alapfolyadék II. +15 kg/m <sup>3</sup> Resinex	Alapfolyadék II. +20 kg/m <sup>3</sup> Resinex
Tulajdonságok					
Fann leolvasás					
600		41,0	31,5	27,5	22,5
300		30,0	19,5	16,0	12,5
200		24,5	15,0	11,5	9,0
100		21,0	10,5	7,0	6,0
6		18,5	5,5	2,5	2,0
3		18,0	5,5	2,5	1,5
Látszólagos viszkozitás	mN.s.m <sup>-2</sup>	20,5	15,7	13,7	11,2
Plasztikus viszkozitás	mN.s.m <sup>-2</sup>	11,0	12,0	11,5	10,0
Folyási határ	N.m <sup>-2</sup>	9,7	3,8	2,30	1,28
n	N.m <sup>-2</sup>	0,45	0,69	0,78	0,85
K tényező	N.m <sup>-2</sup>	0,926	0,135	0,063	0,032
Mozgási ellenállás 10''	—	6,90	2,56	0,77	1,02
Mozgási ellenállás 10'	N.s <sup>n</sup> .m <sup>-2</sup>	10,73	9,71	6,64	5,37
Vízleadás	cm <sup>3</sup>	58,0	38,5	21,5	14,5

Az alapvető vízleadást szabályozó adalék a CMC. Korlátozott hőtüroképessége (435—445 K) azonban alkalmazhatóságának határt szab. Korábbi vizsgálataink — és a hazai tapasztalatok — azt mutatták, hogy a szulfonált fenol-novolakgyanta (SFN) — az irodalomból ismert mechanizmus szerint — nagymértékben gátolja a CMC hóbomlását.

Ily módon a fenti rendszer (alapfolyadék I.) hőstabilitása jelentősen növelhető. Ezt támasztják alá a 2. táblázat adatai.

Technológiai szempontból kedvezőbb paraméterek biztosíthatók azonban, ha az öblítőfolyadék szilárd fázisában a bentonitot részben szepiolittal helyettesítjük. A 2. táblázat adatai részben az 50 kg/m<sup>3</sup> szepiolitot és 20 kg/m<sup>3</sup> bentonitot (és egyéb adalékanyagokat) tartalmazó rendszerre (alapfolyadék II.) vonatkoznak.

Ez utóbbival azonos összetételű alapfolyadék Resinexszel adalékolt változatára vonatkozó adatokat tartalmaz a 3. táblázat.

475 K-en végzett hőkezelés (5 óra) után. Következésképpen a különböző alap- és adalékanyagok megfelelő kombinációinak alkalmazásával realisan a 300—490 K közötti hőmérséklettartományban a kívánt öblítőfolyadék paraméterek biztosíthatók.

#### Alkalmazástechnológiai tapasztalatok

A szénhidrogénkutató fúrások esetében az öblítőfolyadék típusának — elsősorban a növekvő hőmérséklet miatti — megváltoztatása rendszerint a lyukátmérő változásához rendelhető. Így elkerülhető a nyitott lyukszakaszban végrehajtandó típusmódosítás, amely számos technológiai problémát vethet fel.

A geotermikus fúrásokban azonban a réteg-hőmérséklet rendkívül gyors növekedése 0,28—0,32 K/m miatt ez nem valósítható meg. Ezért olyan rugalmasan alakítható öblítőfolyadék-rendszer alkalmazására van szükség, amelynek az összetétele folyamatosan, az aktuális viszonyoktól függően változtatható anélkül, hogy tulajdonságai drasztikusan változnának.

Ennek megfelelően a milosi geotermikus fúrások mélyítése során az alábbi öblítőfolyadék-technológiai alapelv követése célszerű:

1. A felső laza, alluviális összlet átfúrására — ezt az alacsony hőmérséklet lehetővé teszi — az ismertetett módon előkezelt tengervízzel készített 40—80 kg/m<sup>3</sup> koncentrációjú bentonitsuszpenzió alkalmazandó. Ezzel a harántolt rétegek stabilitása, valamint a megfelelő furadékkiszállításhoz szükséges reológiai paraméterek biztosíthatók.

Kritikus esetben a reológiai és filtrációs jellemzők javítására — a kifejezetten tengervízalapú öblítőfolyadékokhoz kifejlesztett polianionos cellulóz — Sea-flo (1—3 kg/m<sup>3</sup>) alkalmazható.

2. A 0,4445 m átmérőjű lyukszakasz lemélyítéséhez az öblítőfolyadék összetételét, az alapvető kémiai közeget további NaOH, CaO és FCLS hozzáadásával meg kell változtatni, valamint a víztartóképeség szabályozását a CMC és Sea-flo együttes adagolásával megvalósítani.

Különösen fontos az alkalinitás ( $P_f$  és  $P_m$ ) értékek beállítása az optimális értékre.

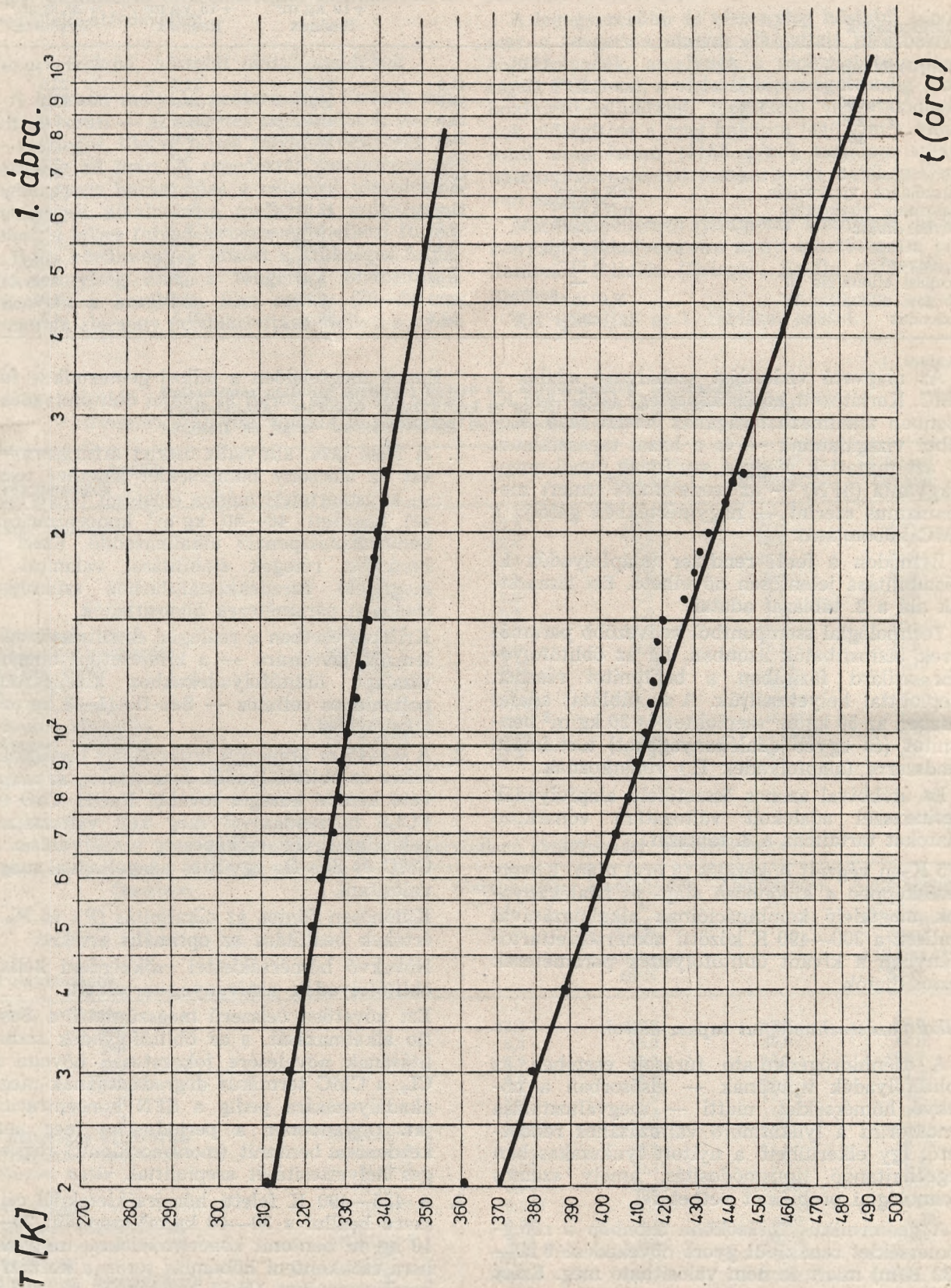
Növekvő hőmérséklettel csökkenteni kell az öblítőfolyadék aktívanyag-tartalmát.

Ezt követően célszerű megszüntetni a Sea-flo alkalmazását, s az öblítőfolyadék stabilitásának növelésére fokozatosan növelni a CL, a CMC termikus degradációjának megakadályozására pedig a SFN koncentrációját. Ugyanebben a periódusban meg kell kezdeni a bentonit (montmorillonit) részleges helyettesítését szepiolittal.

3. A 485—490 K feletti hőmérsékleteknél célszerű beállni a 30—40 kg/m<sup>3</sup> szepiolit, 20—10 kg/m<sup>3</sup> bentonit koncentrációkra, minimálisra csökkenteni hóbomlás során a korrózió bomlásterméket (H<sub>2</sub>S) produkáló — FCLS koncentrációját, s alapvetően a CL-Resinex kombinációra támaszkodni.

Mivel a produktív (gőztermelő) réteget a károsodás minimálisra csökkentése miatt vízzel







előnyös átfúrni (a réteghőmérséklet 580—585 K) — a fentieket követve a lyuk teljes mélységében megfelelő öblítőfolyadéktechnológia alkalmazható.

Az öblítőfolyadék-technológiai problémák megoldásában azonban kétségtelenül előnyt — s jól kiaknázható előnyt — jelent az a tény, hogy a lyukbani folyadékcirkuláció következtében jelentős hűtőhatás érvényesül.

Az öblítés megszűnte után a hőmérséklet jelentős növekedésével kell számolni, ennek mértéke azonban számos tényező (mélység, réteghőmérséklet) folyadékáram, rétegek hővezetőképessége stb.) függvénye. Két különböző mélységben felvett adatokat tüntettünk fel az 1. ábrán.

Láthatóan fúrás közben a lyukbani hőmérséklet elég alacsony ahhoz, hogy állandó paraméterek fenntartása megvalósítható legyen. Ugyanakkor az öblítési szünetekben jelentkező változások információt nyújtanak arra vonatkozóan, hogy milyen változtatásra, illetve milyen mértékű beavatkozásra van szükség. Ez a beavatkozás jól tervezhető és a következő fúrási periódusban folyamatosan és egyszerűen megvalósítható.

A szerzett információkat az alábbiakban részletezett technológiai megoldásokkal egyeztetve eredményes és gazdaságos öblítőfolyadék-technológia realizálható.

Figyelembe kell venni, hogy a viszonylag kis mélység és rendkívül magas réteghőmérséklet

miatt a kifolyó öblítőfolyadék hőmérséklete a megszokottnál magasabb. Különösen jellemző ez a folyadékcirkuláció megindítását követően (2. ábra). Természetesen a lyukba szivattyúzott folyadék hűtőhatása gyorsan érvényesül.

Magasabb réteghőmérséklet esetén a kifolyó öblítőfolyadék hőmérséklete — hosszabb cirkulációs szünet után — meghaladhatná a 373 K-t, s a teljes gőzképződés megakadályozása érdekében szakaszos beépítésre van szükség.

Ismert, hogy a dinamikus lyuktalpi hőmérséklet elsősorban a lyukba szivattyúzott folyadék alacsonyabb hőmérséklete révén csökkenthető (3). Így a párolgási veszteségek csökkentése mellett a lyuktalpi — s ezen keresztül a kifolyó — hőmérséklet csökkentését is célozza levegőellenáramú hűtőtorony alkalmazása (amelyet a Kőolajkutató Vállalat szakemberei terveztek meg és készítettek el). A párolgási és egyéb folyadékveszteségek pótlása, valamint a hűtőtorony folyamatos üzemeltetése útján lehetségessé vált a lyukba szivattyúzott öblítőfolyadék hőmérsékletének jelentős mértékű csökkentése, s ezzel a felszíni berendezések (pl. szivattyúk) igénybevételének korlátozása. Az első milosi fúrás mélyítése során a reológiai tulajdonságok szabályozása az 1—3. pontban foglalt alapelvek folyamatos és körültekintő alkalmazásával eredményesen megoldható volt. Az öblítőfolyadék nyírásra híguló jellege kedvező lyuktalpi hidraulikai viszonyok erősítésén túl az alacsony gyűrűstérbeni áramlási sebesség mellett is kielégítő furadékkiszállítást biztosított.

Ez utóbbit segítette a növekvő hőmérséklettel a szepiolit alkalmazása, ezzel ugyanis a reológiai paraméterek hőmérsékletfüggése csökkent.

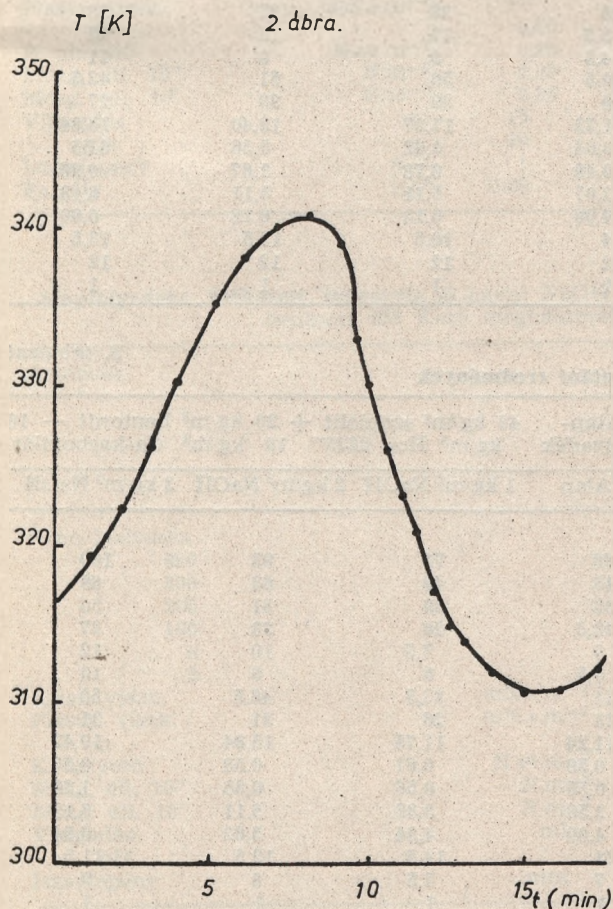
Mivel nagyobb mélységben a fúrás nem vízérzékeny kőzetet harántolt — másrészt az öblítőfolyadék kémiai közege is kedvező volt — a vízleadást fokozatosan növelték, elősegítendő ezzel a lyuktalpon a beszorító erő gyorsabb kiegyenlítődését, s végsősoron a fúrási sebesség növelését.

A polimertartalom csökkentése (Sea-flo és CMC helyett részben CC—16) a lyuktalpi dinamikus filtrációt is előnyösen befolyásolta. Korróziós problémák a folyamatos ellenőrzés szerint nem merültek fel ( $\text{pH} = 11,5\text{—}12,5$ ), bár a megfelelő inhibitorok (Baroid Coat 415, Coat B—1400) rendelkezésre álltak.

Speciális adalékanyagok — veszteséget kizáró adalék, fúrási detergens, kenőképességjavító, egyéb felületaktív anyagok — alkalmazására nem került sor, de bármely felmerülő probléma esetén hatékonyan és eredményesen felhasználhatók.

A fentieknek megfelelő öblítőfolyadék-technológia alkalmazásával az öblítőfolyadékkal fúrt szakaszban közelítően 30 \$/m iszapköltség merült fel, s ez feltétlenül kedvező érték.

Kétségtelen azonban, hogy az alkalmazott technológia mind műszaki, mind gazdasági szempontból tovább tökéletesíthető.





A hőstabilitás fokozásának egyik kulcsa a megfelelő, hőtűrő vízleadáscsökkentő alkalmazása. Mint ismeretes, e célra felhasználható a Resinex, s a szepiolit-bentonit alapú rendszerben valóban jól funkcionál. Ugyanakkor azonban kb. 470—480 K dinamikus hőmérséklet felett is alkalmazható rendszer ily módon sem alakítható ki. A probléma megoldására vizsgálatokat végeztünk a jelenleg leghőstabilabbnak tekinthető vízleadáscsökkentővel, a Hoe—E 2825 márkajelű polimerrel. Laboratóriumi vizsgálati eredményeink azt mutatják, hogy a polimer optimális alkalmazási koncentrációja 10 kg/m<sup>3</sup>, de az általános tapasztalatokból kiindulva a gyakorlatban ennél alacsonyabb koncentráció is elegendő lehet. Bizonyos mennyiségű NaOH (1—3 kg/m<sup>3</sup>) növeli a polimer hatékonyságát, a túl magas (> 10) pH azonban nem kedvező.

Különböző, viszkozitást csökkentő adalékok növelik a rendszer stabilitását, s ugyanakkor elősegítik a vízleadás szabályozását is (4. táblázat). Tekintettel arra, hogy magas hőmérsékleten a Viszkoszol hőbomlása jelentős, amely kénhidrogén (H<sub>2</sub>S) képződéssel jár, ezért további vizsgálataink során az ilyen veszélyt nem jelentő Ca-karboxilátot alkalmaztuk, jó eredménnyel (5., 6. táblázat). A táblázatok adataiból kitűnik, hogy az új öblítőfolyadék tulajdonságai 495—K-en végzett hőkezelés után is igen jók.

Az így kialakított rendszer a mindenkori kívánalmaknak megfelelően nehezíthető, s ez a továbbiakban is megfelelő hőstabilitással párosul (7. táblázat).

Az eredmények arra engednek következtetni, hogy a szepiolit-Hoe 2825—Ca-karboxilát összetételű öblítőfolyadékkal — ha egyéb technológiai tényezők nem zárják ki — az 515—525 K

4. táblázat

Hőkezelés (475 K) utáni eredmények					
	40 kg/ <sup>3</sup> szepiolit 10 kg/m <sup>3</sup> Hoe 2825	40 kg/ <sup>3</sup> szepiolit 10 kg/m <sup>3</sup> Hoe 2825 3 kg/ <sup>3</sup> NaOH	40 kg/ <sup>3</sup> szepiolit 20 kg/m <sup>3</sup> bentonit 10 kg/m <sup>3</sup> Hoe 2825 3 kg/ <sup>3</sup> NaOH 10 kg/m <sup>3</sup> Resinex	40 kg/ <sup>3</sup> szepiolit 20 kg/m <sup>3</sup> bentonit 10 kg/m <sup>3</sup> Hoe 2825 3 kg/ <sup>3</sup> NaOH 10 kg/m <sup>3</sup> Viscosol	40 kg/ <sup>3</sup> szepiolit 20 kg/m <sup>3</sup> bentonit 10 kg/m <sup>3</sup> Hoe 2825 10 kg/m <sup>3</sup> 3 kg/m <sup>3</sup> NaOH Ca karboxilát
Fann leolvasás					
600	27	81	112	102	85
300	16	52	73	69	58
200	11,5	40	56	55	46
100	6,5	26	38	37	33
6	1,5	5,5	12	12	13
3	1	4,5	9	9	11
Látsz. viszk.	mN.s.m <sup>-2</sup>	13,5	56	51	42,5
Plaszt. viszk.	mN.s.m <sup>-2</sup>	11	29	33	27
Folyási határ	N.m <sup>-2</sup>	2,56	11,75	17,37	15,84
n		0,75	0,64	0,62	0,56
K tényező	N.s <sup>n</sup> .m <sup>-2</sup>	0,076	0,49	0,78	1,07
Mozg. ell. 10"	N.m <sup>-2</sup>	1,02	3,07	5,11	5,11
Mozg. ell. 10'	N.m <sup>-2</sup>	2,56	4,09	6,13	6,13
Vízleadás	ml	27	14	10,5	13,5
pH		9	12	12	12
Iszapleány	mm	1	1	1	1

5. táblázat

Hőkezelés (475 K) utáni eredmények					
Összetétel		Alap- folyadék	40 kg/m <sup>3</sup> szepiolit + 20 kg/m <sup>3</sup> bentonit + 10 kg/m <sup>3</sup> Hoe 2825" 10 kg/m <sup>3</sup> Ca-karboxilát		
		Alap	1 kg/m <sup>3</sup> NaOH	2 kg/m <sup>3</sup> NaOH	3 kg/m <sup>3</sup> NaOH
Fann leolvasás:					
600		68	75	93	100
300		45	49	62	69
200		35	39	51	56
100		22,5	26	33	37
6		7	7,5	10	12
3		5,5	6	8	10
Látsz. viszk.	mN.s.m.- <sup>2</sup>	34	37,5	46,5	50
Plaszt. viszk.	mN.s.m.- <sup>2</sup>	23	26	31	31
Folyási határ	N.m.- <sup>2</sup>	11,24	11,75	15,84	19,42
n		0,59	0,61	0,58	0,53
K tényező	N.m.- <sup>2</sup>	0,58	0,56	0,85	1,29
Mozg. ellenállás 10"	N.m.- <sup>2</sup>	3,58	3,86	5,11	6,13
Mozg. ellenállás 10'	N.sn.m.- <sup>2</sup>	4,09	4,34	5,62	6,64
Vízleadás	ml	23	14,5	12,5	11,5
pH		7	7,5	8	9
Iszaplepeny	mm	1	1	1	1



Összetétel		Alapfolyadék 40 kg/m <sup>3</sup> szepiolit + 20 kg/m <sup>3</sup> bentonit + 10 kg/m <sup>3</sup> Hoe 2825 + 10 kg/m <sup>3</sup> Ca-karboxilát			
		Alap	1 kg/m <sup>3</sup> NaOH	2 kg/m <sup>3</sup> NaOH	3 kg/m <sup>3</sup> NaOH
Fann leolvasás					
600		55	43	75	69
300		37	25	47	46
200		27	19,5	39	38
100		18	12	27	27
6		6	4	9	9
3		4,5	3	7	7
Látsz. viszk.	mN.s.m <sup>-2</sup>	27,5	21,5	37,5	34,5
Plaszt. viszk.	mN.s.m <sup>-2</sup>	18	18	28	23
Folyáshatár	N.m <sup>-2</sup>	9,71	3,58	9,71	11,75
n		0,57	0,78	0,67	0,58
K tényező	N.m <sup>-2</sup>	0,54	0,09	0,37	0,63
Mozg. ell. 10"	N.m <sup>-2</sup>	2,56	2,04	4,09	4,09
Mozg. ell. 10'	N.sn.m <sup>-2</sup>	3,07	2,56	4,60	4,60
Vízleadás	ml	55	22	15	13,5
ph		7	7,5	7,5	9
Iszaplepeny	mm	1	1	1	1

## Hőkezelés (495/K) utáni eredmények

## 7. táblázat

Összetétel		30 kg/m <sup>3</sup> szepiolit + 20 kg/m <sup>3</sup> bentonit + 3 kg/m <sup>3</sup> NaOH + 10kg/m <sup>3</sup> Hoe 2825 + 5kg/m <sup>3</sup> Ca-karboxilát				
		340 kg/m <sup>3</sup> barit	600 kg/m <sup>3</sup> barit	830 kg/m <sup>3</sup> barit	1230 kg/m <sup>3</sup> barit	1860 kg/m <sup>3</sup> barit
Fann leolvasás						
600		49	64	79	126	200
300		31	38	51	84	137
200		23,5	29	40	67	100
100		15	18	25	45	75
6		4	4,5	6	14	92
3		3	3,5	4,5	11	21
Látsz. viszk.	mN.s.m <sup>-2</sup>	24,5	32	39,5	63	100
Plaszt. viszk.	mN.s.m <sup>-2</sup>	17	26	28	42	63
n		0,66	0,75	0,63	0,58	0,54
K tényező	N.sn.m <sup>-2</sup>	0,26	0,18	0,51	1,15	2,41
Mozg. ell. 10"	N.m <sup>-2</sup>	2,30	3,07	2,56	3,07	13,80
Mozg. ell. 10'	N.m <sup>-2</sup>	2,56	3,58	4,09	5,11	28,62
Vízleadás	ml	15	11	12	14	19,5
ph		10	10	9	8,5	8
Iszaplepeny	mm	1	1	1,5	3	5
Fajsúly	kg/m <sup>3</sup>	1080	1240	1430	1790	2010

## 8. táblázat

**Alapfolyadék: Előkezelt tengervíz (6 kg/m<sup>3</sup> NaOH + 3 kg/m<sup>3</sup> Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) + 40 kg/m<sup>3</sup> szepiolit + 10 kg/m<sup>3</sup> bentonit 495 K-en meghatározott paraméterek (16 órás hőkezelés)**

Adalékok		6 kg/m <sup>3</sup> Hoe 2825 + 3 kg/m <sup>3</sup> mészhidrát + 10 kg/m <sup>3</sup> Ca-karboxilát	8 kg/m <sup>3</sup> Hoe 2825 + 3 kg/m <sup>3</sup> mészhidrát + 10 kg/m <sup>3</sup> Ca-karboxilát	12 kg/m <sup>3</sup> Hoe 2825 + 3 kg/m <sup>3</sup> mészhidrát + 10 kg/m <sup>3</sup> Ca-karboxilát	15 kg/m <sup>3</sup> Hoe 2825 + 3 kg/m <sup>3</sup> mészhidrát + 10 kg/m <sup>3</sup> Ca-karboxilát
Fann leolvasás					
600		31,5	42,0	22,5	27,5
300		21	28,5	13	15,5
200		17	23,5	9,5	11,5
100		12,5	17,5	5,5	7,0
6		4,5	7,5	1,5	1,5
3		4	6,5	1,5	1,5
Látsz. viszk.	mN.s.m <sup>-2</sup>	15,7	21	11,2	13,7
Plaszt. viszk.	mN.s.m <sup>-2</sup>	10,5	13,5	9,5	12,0
n		0,58	0,56	0,79	0,83
K tényező	N.sn.m <sup>-2</sup>	0,28	0,44	0,05	0,04
Mozg. ell. 10"	N.m <sup>-2</sup>	1,02	2,81	0,51	0,51
Mozg. ell. 10'	N.m <sup>-2</sup>	2,30	3,58	0,51	0,51
Vízleadás	ml	29	27,5	11,5	9,5
pH		9,5	9,5	9,5	9,5
Iszaplepeny	mm	1,5	1,5	1	1



sztatikus talphőmérsékletű fúrások is sikerrel lemélyíthetők.

Javasolt összetétel:

Szepiolit	30—40 kg m <sup>3</sup>
Bentonit	5—25 kg m <sup>3</sup>
NaOH	1— 3 kg m <sup>3</sup>
Ca-karboxilát	5—10 kg m <sup>3</sup>
Hoe—2825	6—12 kg m <sup>3</sup>
Barit	kivánt sűrűség szerint

Természetesen az új típusú öblítőfolyadék tengervízalapon is elkészíthető, így adott esetben alkalmazására a geotermikus fúrásokban is sor kerülhet (8. táblázat).

Ez elsősorban akkor lehet indokolt, ha a korábbiakban ismertetett rendszerek hőstabilitása már nem kielégítő, vagy környezetszennyezési problémák merülnek fel.

Összefoglalás:

A geotermikus fúrások sikeres lemélyítése különleges öblítőfolyadék-technológia alkalmazását hőstabil öblítőfolyadékok bevezetését teszi szükségessé.

Vizsgálataink lehetővé tették olyan rugalmasan kezelhető, a konkrét igények szerint változtatható öblítőfolyadék, illetve adalékanyag-

kombinációsor kialakítását, amely műszaki és gazdasági szempontból egyaránt eredményesen alkalmazható.

Az első fúrás lemélyítésének tapasztalatai különös hangsúllyal mutattak rá a megfelelő kémiai közeg kialakításának, az optimális adalékanyag-koncentráció és kombináció, valamint a hűtőtorony alkalmazásának szükségességére.

Igazolták egyben azt is, hogy a körületekben kivitelezett öblítőfolyadék-technológia a geotermikus fúrások sikeres lemélyítésének egyik kulcsa.

Kutatási eredményeink további perspektivikus megoldásokat ígérnek e fontos probléma megoldásában.

#### IRODALOM

1. Skelly, W. G. and Kjellstrand, J. A.: The Thermal Degradation of Modified Lignosulfonates in Drilling Mud", paper no. 926—11—C presented at Spring Meeting of the Southern District, Division of Production, American Petroleum Institute, Houston, Mar. 2—4, 1966.
2. Chesser, B. G.—Enright, D. P.: High Temperature Stabilization of Drilling Fluids With a Low Molecular Weight Copolymer. SPE 8224 (1979)
3. Wooley, G. R.: Computing Downhole Temperatures in Circulation, Injection, and Production Wells. JPT. 1980. szept. 1509—522.



# Alacsony szilárdanyag-tartalmú öblítőfolyadékokban alkalmazható vinilacetát-maleinsavanhidrid kopolimer előállítása és vizsgálata

DRÁVUCZ IMRE—BÍRÓ PÉTERNÉ

Az elmúlt évtizedek külföldi és hazai tapasztalatai mutatják, hogy a fúrási teljesítmény növelésének egyik hatékony eszköze az alacsony szilárdanyag-tartalmú, nem-diszperzív öblítőfolyadékok alkalmazása [1—6]. A gyakorlatban a legkedvezőbb eredményeket azok az öblítőfolyadékok mutatták, amelyek a maximálisan  $60 \text{ kg/m}^3$  koncentrációban jelen lévő duzzadóképes ásvány (bentonit) mellett olyan szabályzott flokkulációs aktivitású polimert tartalmaztak, amely képes megakadályozni a nem-duzzadóképes agyagásvány (furadék) feldúsulását a folyadékban. A polimer-bentonit ill. a polimer-furadék kölcsönhatások vizsgálata mutatta, hogy a polimer adaléknak nemcsak a kémiai szilárdanyag-szabályozás terén van döntő szerepe, hanem a nyírásra híguló folyadékszerkezet kialakulásában is [7].

A polimer (szelektív flokkulens, kettős hatású polimer) adalékanyaggal szemben támasztott követelményeknek az ún. poli-karboxilsavak tesznek eleget, azok, amelyekben a nagy ionerősségű karboxilát csoportok mellett a legtöbb esetben polarizálható atomcsoport (pl.  $-\text{CONH}_2$ ,  $-\text{OCOR}$ ,  $-\text{OR}$ ) található. Az egyes csoportok minőségének, mennyiségének és a polimer molekulásúlyának változtatásával különböző flokkulációs aktivitású termékek állíthatók elő. A szelektív flokkulensek a bentonitásványra nem hatnak, de a feltúrt közetet flokkulálják. A kettős hatású polimerek a furadék flokkulációján kívül javítják a bentonittartalmú folyadék reológiai jellemzőit.

Lummus és munkatársai közleményeiből ismert és későbbiekben számos külföldi és hazai tapasztalattal igazolt tény, hogy a kettős hatású vinilacetát-maleinsavanhidrid (VAMA) kopolimerrel igen jó reológiai tulajdonságokkal rendelkező nemdiszperzív öblítőfolyadék állítható elő [2, 3, 5].

Azt a célt tűztük ki, hogy vinilacetát és hazai forrásból beszerezhető maleinsavanhidrid felhasználásával olyan kettős hatású kopolimert állítsunk elő, amely a korszerű, alacsony szilárdanyag-tartalmú öblítőfolyadékok polimer komponensével szemben támasztott követelményeknek minden tekintetben megfelel.

## A VAMA kopolimer előállítása és minősítő vizsgálata

A vinilacetát és a maleinsavanhidrid kopolimerizációját Seymour közleménye alapján hajtottuk végre, benzol oldószerrel és benzoilperoxid iniciátort használva [8]. A vinilacetát és a maleinsavanhidrid mólaránya a kiindulási elegyben 1,5:1, a monomerek összkoncentrációja  $227$

$\text{kg/m}^3$  volt. A kopolimerizáció során a hőmérsékletet a kopolimerizáció időtartamát és az iniciátorkoncentrációt változtattuk. Azt tapasztaltuk, hogy a képződött termékek molekulásúlyát számottevően a hőmérséklet és a reakcióidő befolyásolta. Az öblítőfolyadékban legjobb hatást mutató kopolimereket 24 órás reakcióidőt és  $1,362 \text{ kg/m}^3$  iniciátorkoncentrációt alkalmazva  $328 \text{ K}$  hőmérsékleten állítottuk elő.

A kopolimerek összetételét infravörös spektroszkópiával ellenőriztük. A spektrum alapján megállapítható, hogy a VAMA kopolimer közömbösített formában karboxilát ( $-\text{COO}^-$ ) és észter ( $-\text{O}-\text{COCH}_3$ ) csoportokat tartalmaz. (1. ábra.) A molekulásúly nagyságára utaló határ-

viszkozitás  $[\eta]$  értékeket az  $\frac{\eta_{\text{spec}}}{c}$  — c diagram-

ból állapítottuk meg (2. ábra). Az  $\eta_{\text{spec}}$  értékeket  $293 \text{ K}$  hőmérsékleten acetone oldószerben határoztuk meg.

A VAMA kopolimerek hatásvizsgálatát  $40-60 \text{ kg/m}^3$  koncentrációjú bentonitsuszpenziókban végeztük,  $0,05-0,6 \text{ kg/m}^3$  adalékkoncentrációt alkalmazva.

Az egyes kopolimer-termékek hatásának összehasonlításakor az elért plasztikus viszkozitást (PV) folyáshatárt (YP) mozgási ellenállást, víztartóképesseget és a furadékkiszállításra jellemző YP/PV-hányadost és a folyadék pseudo-plasztikus jellegére utaló „n” és „K” értékeket vettük figyelembe.

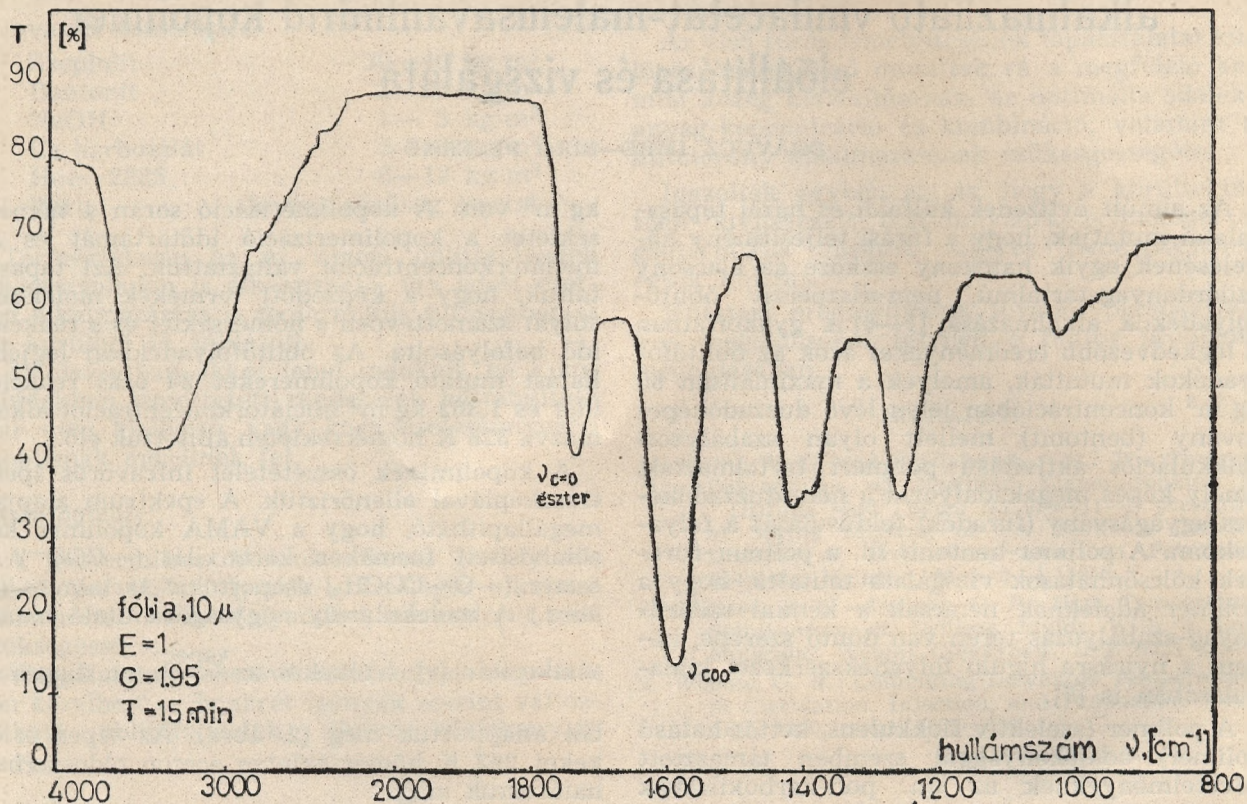
A kopolimertartalmú folyadékok reológiájának hő okozta változásáról a forgó autoklávus hőkezelés után mért ill. a FANN—50 viszkoziméterrel fölvelt adatok nyújtottak felvilágosítást.

A kopolimerek flokkulációs aktivitását a márgaszuszpenzióban mutatott hatás alapján határoztuk meg. A szuszpenzióba  $0,2 \text{ kg/m}^3$  kopolimert adagoltunk, összekeverés, majd 5 perc várakozás után gravimetrián mérjük a tisztult folyadékréteg szilárdanyag-tartalmát, 30 perc elteltével pedig az üledékterfogatot.

A folyadékok diszpergálódást gátló hatását Algyó—546 fúrásponttól származó agyagmárga felhasználásával végeztük. A mérésekhez  $2000-3500 \mu$  szemcseméretű frakciót használtunk, amelynek ismert mennyiségét  $353 \text{ K}$ -on, 5 órán át kezeltünk a kopolimert tartalmazó folyadékban, majd meghatároztuk a szemcsék felaprózódásának mértékét.

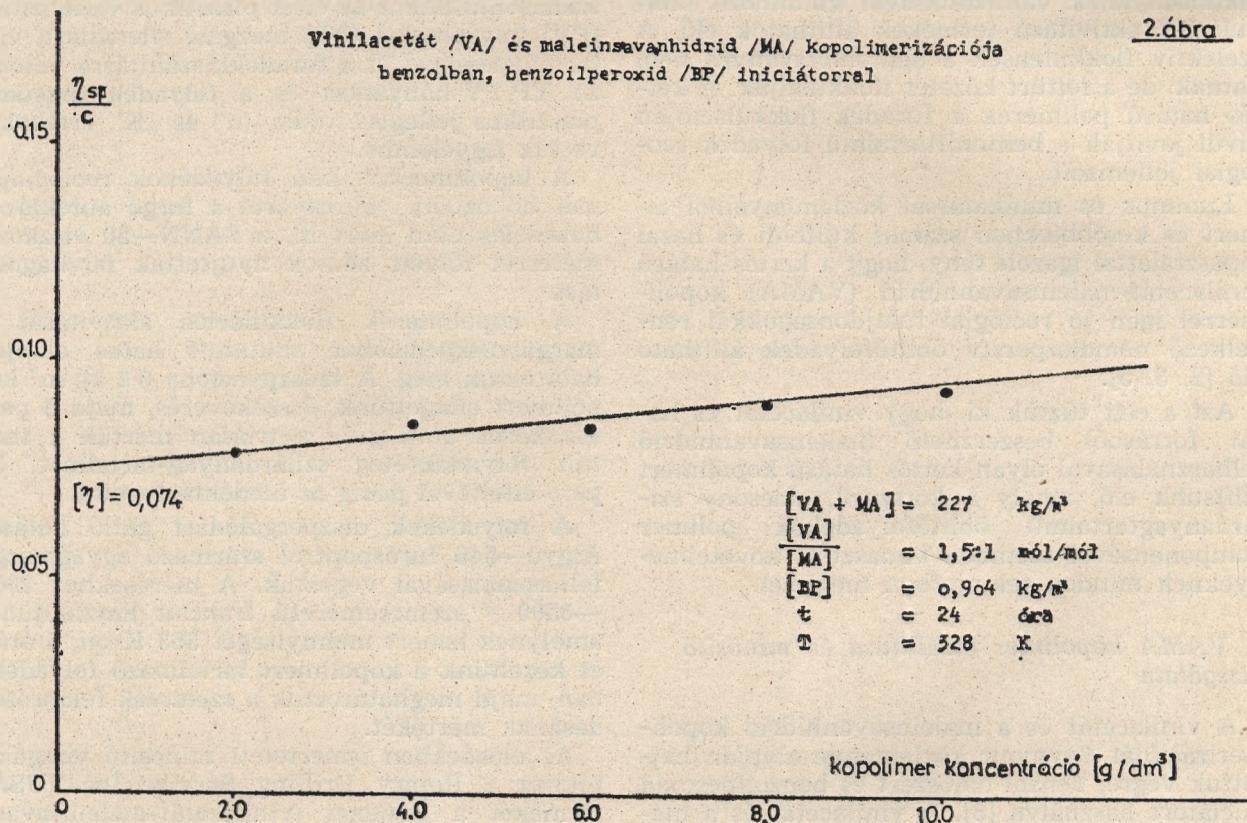
Az előzőekben ismertetett minősítő vizsgálatokhoz a Rotary Drilling Service Inc. (USA) termékét a Benexet (vinilacetát-maleinsavanhidrid kopolimer) használtuk fel összehasonlító anyagként.



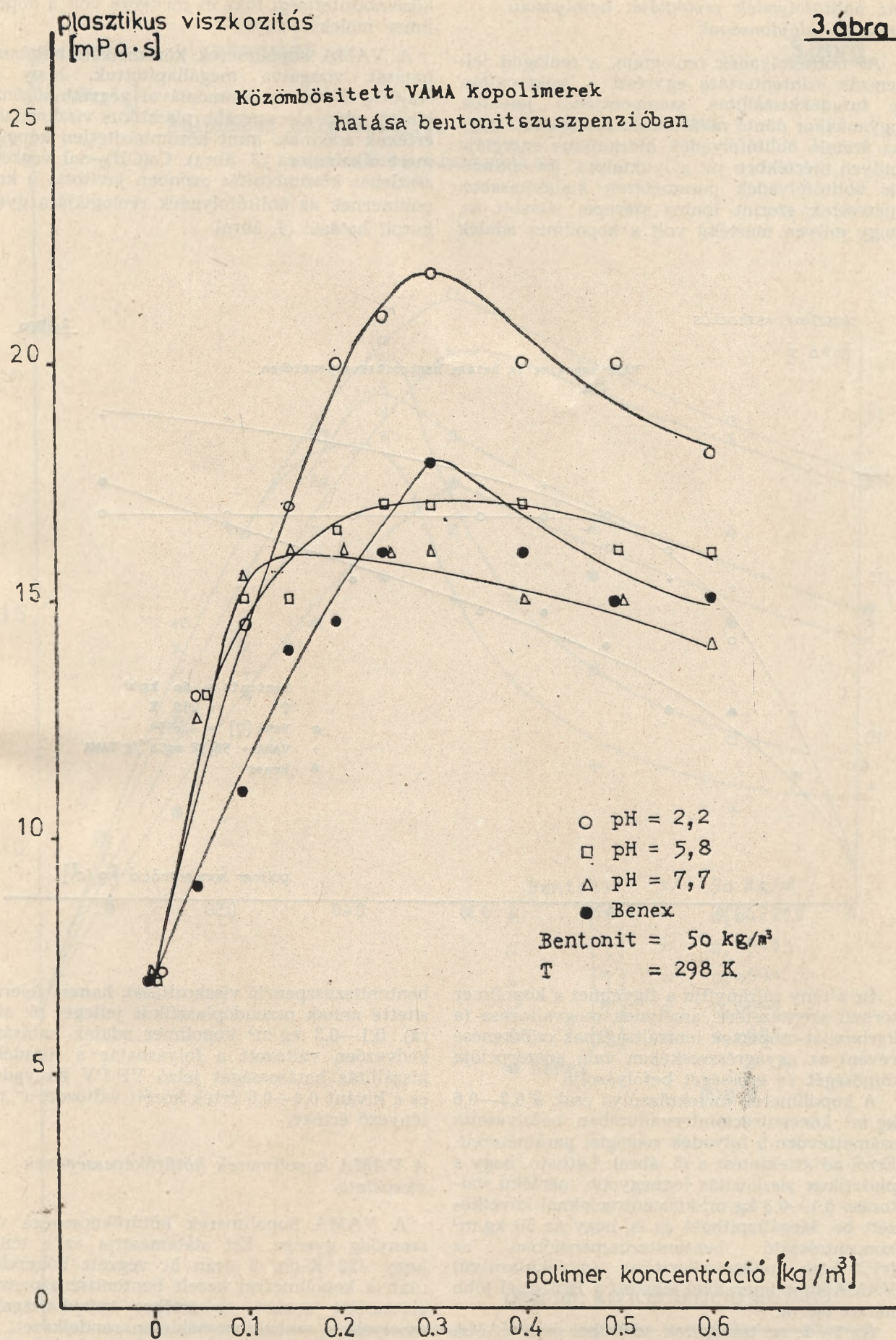


Vinilacetát /VA/ és maleinsavanhidrid /MA/ kopolimerizációja  
benzolban, benzoilperoxid /BP/ iniciátorral

2. ábra





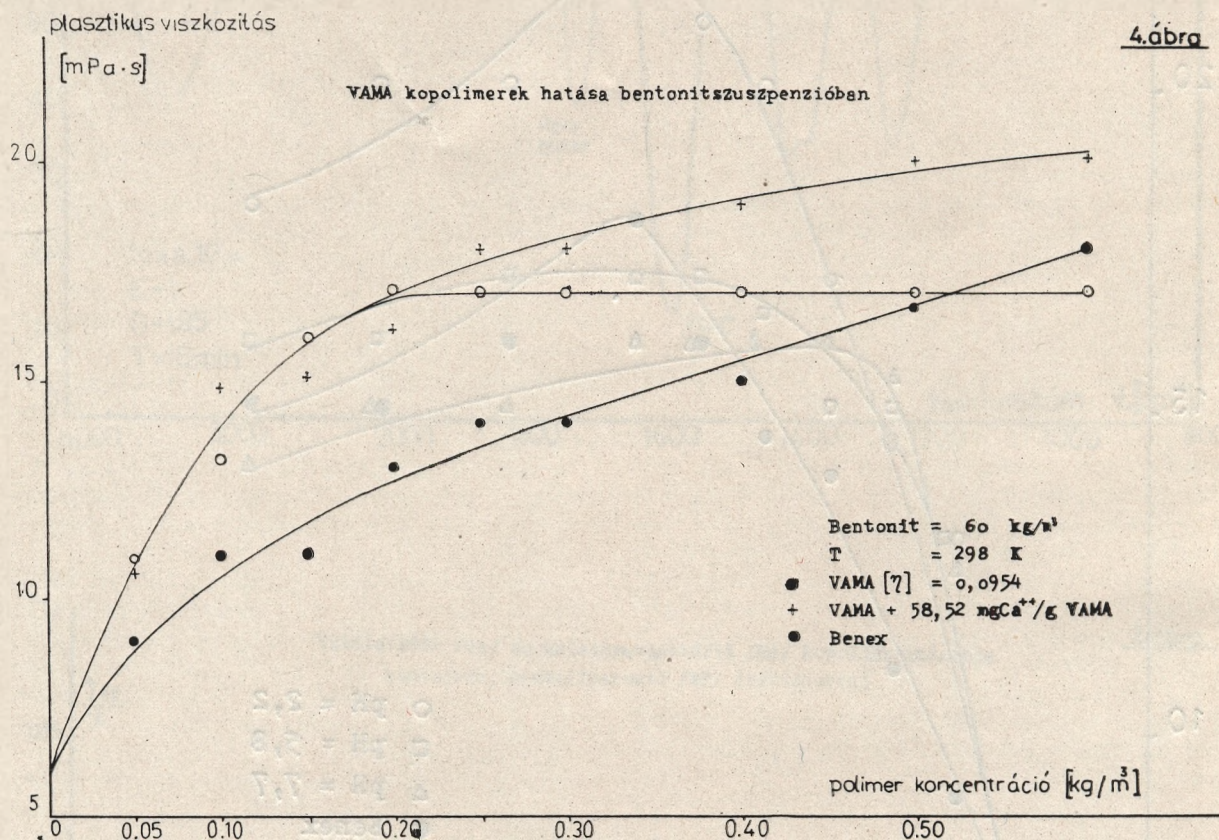




Az öblítőfolyadék reológiája, a reológiai jellemzők szintentartása egyrészt a lyuktisztítás, a furadékkiszállítás szempontjából jelentős, ugyanakkor döntő módon befolyásolja azt, hogy az áramló öblítőfolyadék hidraulikus energiája milyen mértékben jut a lyuktalpra. Az optimális öblítőfolyadék paraméterek kialakításában méréseink szerint fontos szerepet játszott az, hogy milyen mértékű volt a kopolimer adalék

közömbösítettségi foka és mekkora volt a kopolimer molekulásúlya.

A VAMA kopolimerek közömbösítettségének hatását vizsgálva megállapítottuk, hogy a  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$  és ammóniával végzett közömbösítés után alacsonyabb plastikus viszkozitásértékek adódnak, mint közömbösítetlen kopolimer alkalmazva (3. ábra).  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -dal végzett részleges közömbösítés azonban javította a kopolimernek az öblítőfolyadék reológiájára gyakorolt hatását (4. ábra).



Ez a tény ráirányítja a figyelmet a kopolimer térbeli szerkezetére, amelynek megváltozása (a karboxilát-csoportok ionizáltságának csökkenése révén) az agyagrészecskéken való adszorpciója minőségét és erősségét befolyásolja.

A kopolimerek molekulásúlya csak a 0,3–0,6 kg/m³ koncentrációintervallumban befolyásolta számottevően a folyadék reológiai paramétereit. Erről ad áttekintést a (5. ábra). Látható, hogy a plastikus viszkozitás legnagyobb mértékű változása 0,1–0,3 kg/m³ koncentrációknál következett be. Megállapítható az is, hogy az 50 kg/m³ koncentrációjú bentonitsuszpenzióban az  $[\eta] > 0,06$  határviszkozitású (molekulásúlyú) VAMA kopolimerekkel lehetett a Benexnél jobb hatást elérni.

Az 1–2. sz. táblázatok adataiból és a VAMA kopolimerrel kezelt bentonitsuszpenzió folyásgörbéjéből egyértelműen megállapítható, hogy az adalék nemcsak egyszerűen megnövelte a

bentonitsuszpenzió viszkozitását, hanem felerősítette annak pszeudoplasztikus jellegét (6. ábra). 0,1–0,3 kg/m³ kopolimer adalék hatására kedvezően változott a folyáshatár a furadékkiszállítás hatásosságát jelző YP/PV hányados és a kívánt 0,4–0,6 érték között változott a „n” tényező értéke.

#### A VAMA kopolimerek hőtűrőképességének vizsgálata

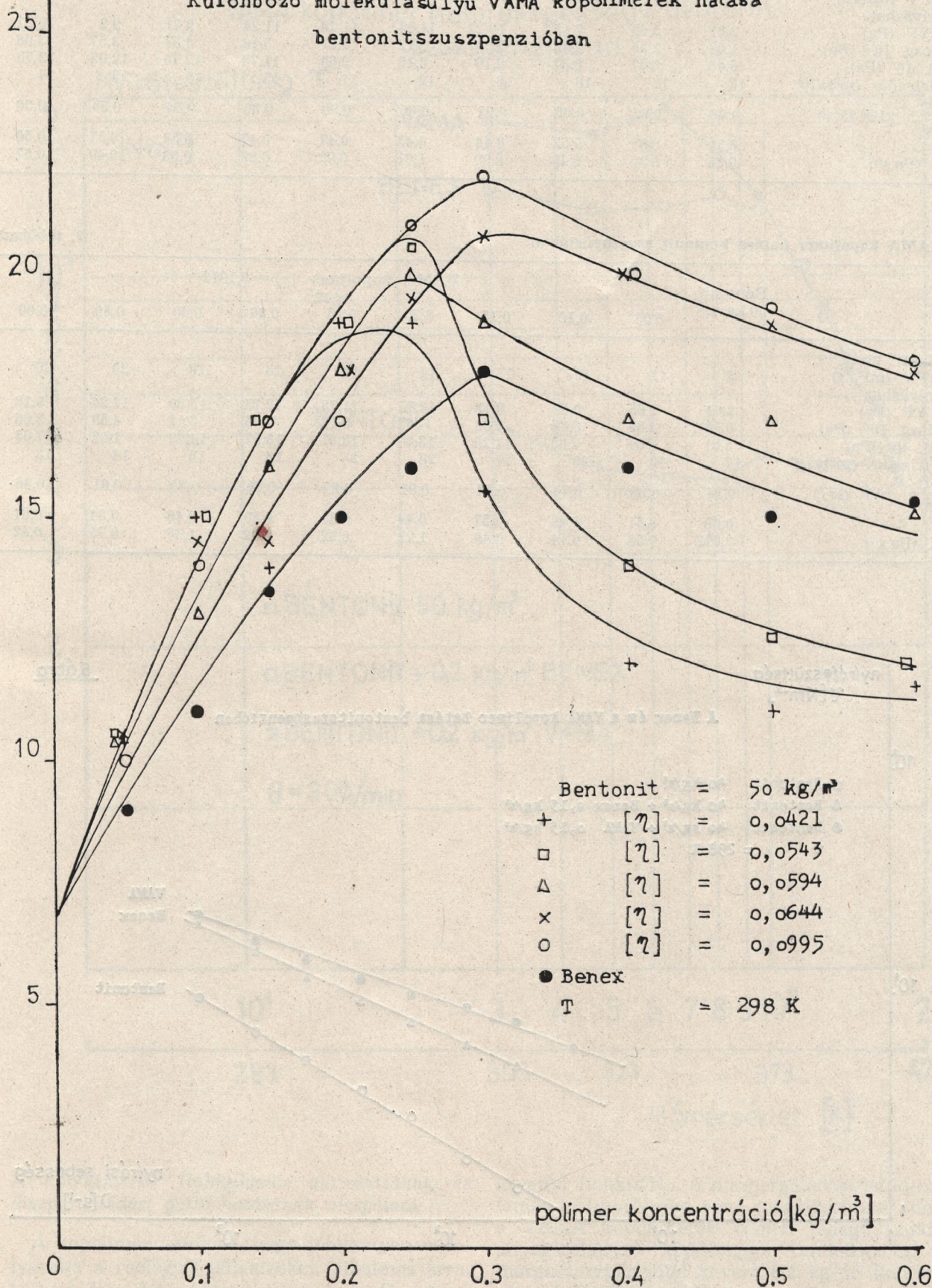
A VAMA kopolimerek hőtűrőképessége viszonylag gyenge. Ezt alátámasztja az a tény, hogy 423 K-on, 5 órán át végzett hőkezelés után a kopolimerrel kezelt bentonitsuszpenzió elvesztette azokat az értékes tulajdonságait, amelyekkel szobahőmérsékleten rendelkezett.

A FANN—50 rotációs viszkoziméterrel fölvetett nyírási feszültség-hőmérséklet görbék alakja mind a VAMA, mind a Benex esetében jól



[mPa·s]

Különböző molekulasúlyu VAMA kopolimerek hatása  
bentonitszuszpenzióban



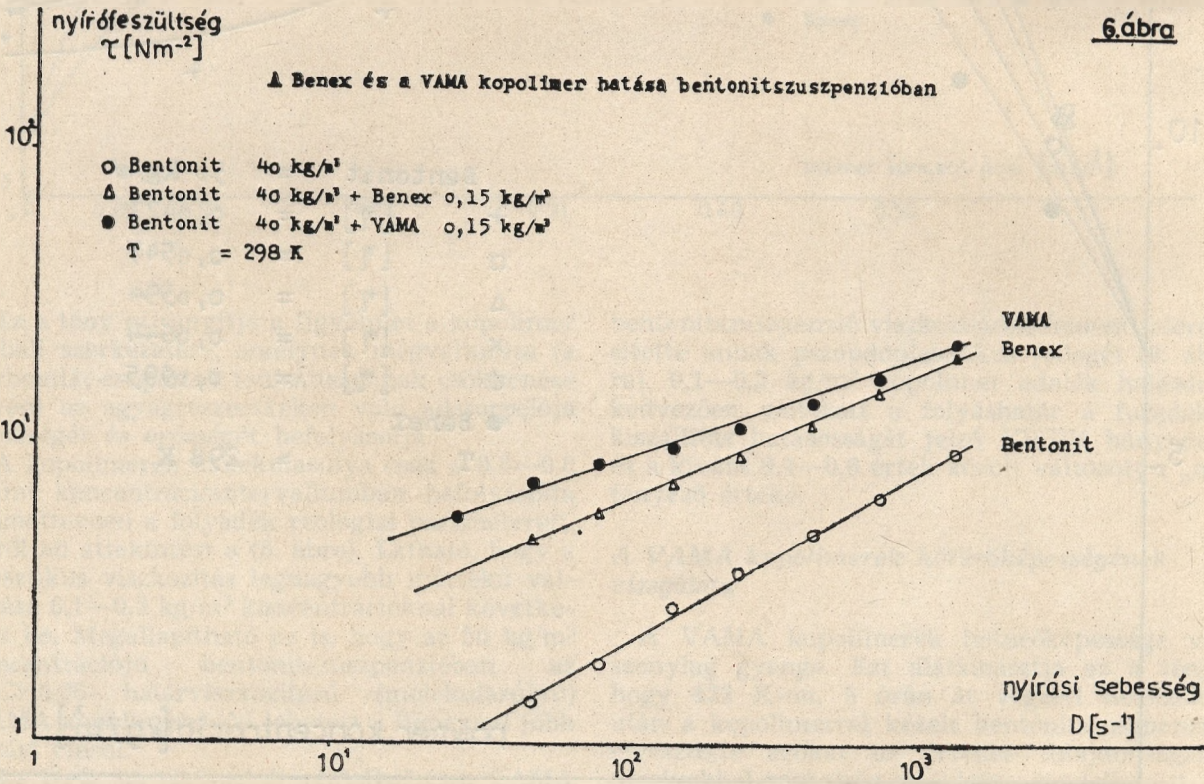


	Bentonit 60 kg m <sup>-3</sup>	0,05	0,10	0,15	Benex kopolimer (kg/m <sup>3</sup> )					
					0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60
Plaszt. viszk.										
PV (mPa.s)	6	9	11	11	13	14	14	15	17	18
Folyáshat.										
YP (Pa)	2,81	5,62	7,15	10,22	11,24	11,24	11,24	9,71	9,2	10,22
Mozg. 10'' (Pa)	1,02	2,55	4,59	5,86	6,12	5,61	5,10	3,57	3,57	3,06
ell. 10' (Pa)	6,63	8,67	8,67	8,16	8,16	9,69	11,73	12,75	12,95	12,75
Vízleadás (m <sup>3</sup> )x10 <sup>6</sup>	16	16	16	16	12	11	15	15	15	14
YP										
x10 <sup>3</sup> (s <sup>-1</sup> )	0,46	0,62	0,65	0,92	0,86	0,80	0,80	0,64	0,54	0,56
PV										
n	0,50	0,53	0,52	0,44	0,45	0,47	0,47	0,53	0,57	0,56
K (Pa.s <sup>n</sup> )	0,26	0,35	0,46	0,99	1,01	0,92	0,92	0,63	0,49	0,57

VAMA kopolimer hatása bentonit szuszpenzióban

2. táblázat

	Bentonit 60 kg/m <sup>3</sup>	VAMA kopolimer [η] = 0,1012 kg/m <sup>3</sup>								
		0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60
Plaszt. viszk.										
PV (mPa.s)	6	11	13	17	14	17	18	18	20	20
Folyáshat.										
YP (Pa)	2,04	7,65	9,69	9,18	12,75	11,73	12,75	15,30	12,24	9,18
Mozg. 10'' (Pa)	0,76	4,59	6,89	6,63	7,65	8,16	7,65	6,12	4,59	3,06
ell. 10' (Pa)	5,61	8,67	7,65	11,22	13,77	18,87	18,87	14,79	10,2	7,65
Vízleadás (m <sup>3</sup> )x10 <sup>6</sup>	17	18	23	27	28	23	18	18	14	13
YP										
x10 <sup>3</sup> (s <sup>-1</sup> )	0,34	0,69	0,74	0,54	0,91	0,69	0,71	0,85	0,61	0,46
PV										
n	0,68	0,51	0,49	0,57	0,44	0,51	0,50	0,46	0,54	0,61
K (Pa.s <sup>n</sup> )	0,072	0,53	0,74	0,49	1,22	0,82	0,92	1,35	0,75	0,42



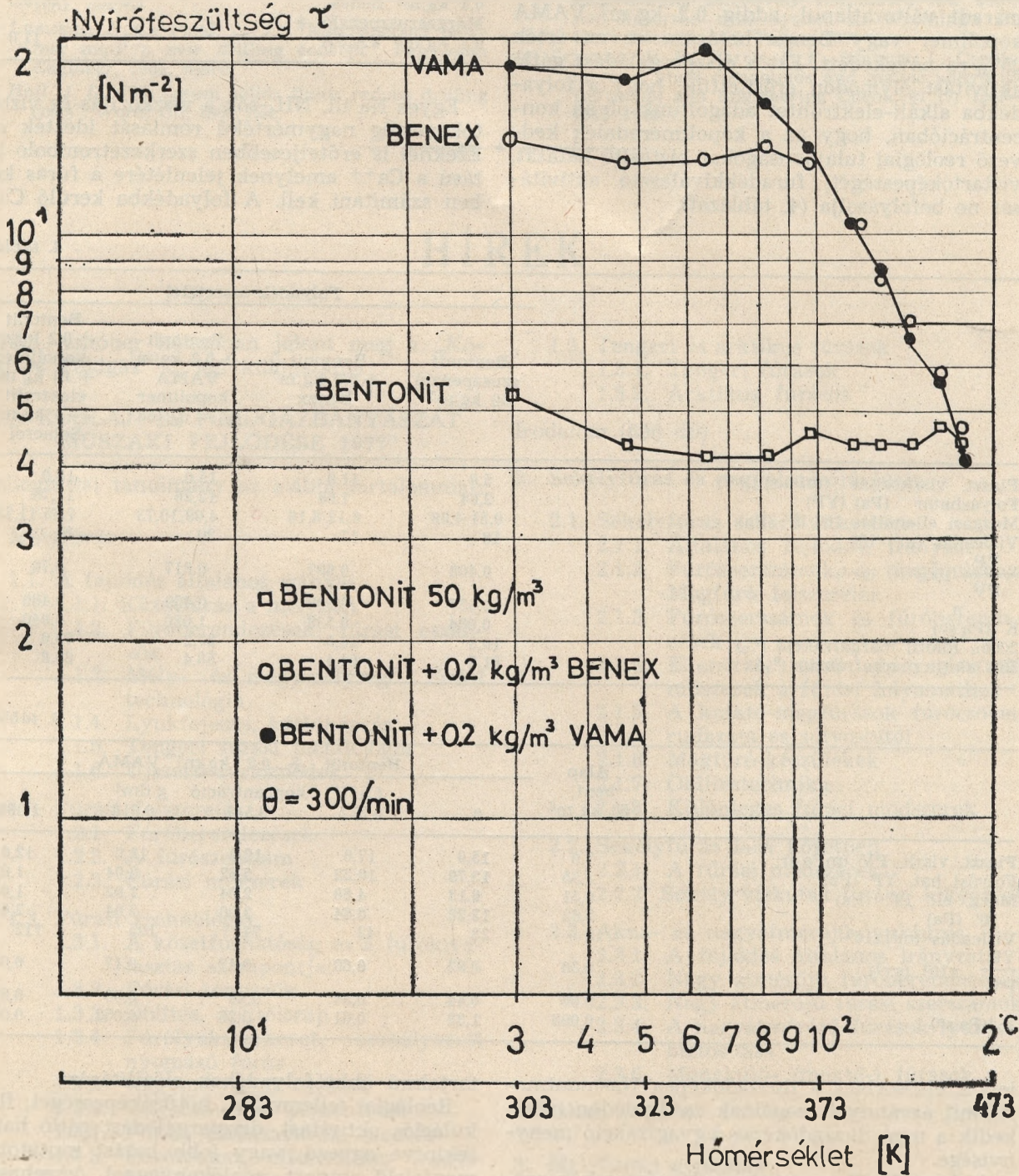


mutatja, hogy a reológiai jellemzők nagymértékű romlása következik be 373 K hőmérséklettől kezdődően. Reológiai szempontból az az előny, amelyet a kopolimerek bekeverése biztosít, 423 K-ot meghaladó hőmérsékleten már el-

enyésző az alap bentonitsuszpenzióhoz képest (7. ábra).

A vizsgált öblítőfolyadékban tehát a 423 K-os hőmérséklet a VAMA kopolimer alkalmazhatóságának felső határaként fogható fel.

VAMA kopolimer hőtűrőkéessége bentonit-suszpenzióban



A kopolimerek flokkulációs aktivitásának és diszpergálódást gátló hatásának vizsgálata

A kopolimer mellett, hogy jótékonyan befolyásolja a reológiai jellemzőket, alkalmas arra, hogy a folyadékba került nem duzzadó agyag-

ásványt flokkuálja. A diszpergálódást gátló hajlamát is figyelembe véve megállapítható, hogy a VAMA kopolimerek kémiai jellegű szilárdanyag szabályzó képességgel rendelkeznek. A márgaszuszpenzióba kevert 0,2 kg/m³ koncentrációjú VAMA kopolimer és a Benex csaknem



azonos mértékben és jó hatásfokkal flokkuálták a márgaszemcséket (3. táblázat).

A vizsgált kopolimerek még ha anionos karakterűek is, kimutathatóan gátolják a felfúrt agyagásványok további felaprózódását. Ez mindenekelőtt a kopolimer adszorbeálódó képességével „betokozó” hatásával magyarázható. Amíg a bentonitszuszpenzióval való kezelés után a vízre érzékeny márgának mindössze 10,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-a maradt változatlanul, addig 0,2 kg/m<sup>3</sup> VAMA kopolimer vagy Benex hatására ez az érték 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ra növekedett. Ezt a diszpergálódást gátló aktivitást oly módon erősítettük, hogy a folyadékba alkáli-elektrolitot adagoltunk olyan koncentrációban, hogy az a kopolimeradalék kedvező reológiai tulajdonságokat biztosító hatását, víztartóképeségét, furadékkiválasztó aktivitását ne befolyásolja (4. táblázat).

3. táblázat

	Szilárd- anyagtart. az 5. percen kg/m <sup>3</sup>	Üledék- térfog m <sup>3</sup> · 10 <sup>6</sup>
Márgaszuszpenzió	40,0	—
Márgaszuszpenzió + 0,2 kg/m <sup>3</sup> Benex	1,2	9,0
Márgaszuszpenzió + 0,2 kg/m <sup>3</sup> VAMA	1,4	11,0

Egyes Na ill. NH<sub>4</sub>-sók a viszkozitás és víztartóképeség nagymértékű romlását idézték elő. Ezeknél is erőteljesebben szerkezetromboló hatású a Ca<sup>++</sup> amelynek jelenlétére a fúrás közben számítani kell. A folyadékba kerülő Ca<sup>++</sup>

4. táblázat

	Folyadék-összetétel			
	Bentonit szuszpenzió 50 kg/m <sup>3</sup>	Bentonit + 0,2 kg/m <sup>3</sup> Benex	Bentonit + 0,2 kg/m <sup>3</sup> VAMA kopolimer [η] = 0,0768	Bentonit + 0,2 kg/m <sup>3</sup> kopolimer + 10 kg/m <sup>3</sup> elektrolit + 5 kg/m <sup>3</sup> Solacrol
Plaszt. viszkozitás (mPa.s) (PV)	5,0	11,0	15,0	15,0
Folyáshatár (Pa) (YP)	2,04	7,66	12,26	11,75
Mozgási ellenállás 10 <sup>3</sup> /10 <sup>4</sup> (Pa)	0,51/4,08	6,12/8,16	4,09/10,73	7,65/11,73
Vízleadás (m <sup>3</sup> ) · 10 <sup>6</sup>	18	17	20	19
$\frac{YP}{PV} \cdot 10^{-3}$ (s <sup>-1</sup> )	0,408	0,697	0,817	0,78
n	0,637	0,509	0,459	0,480
K (Pa.s <sup>n</sup> )	0,084	0,538	1,030	0,940
2000 $\mu$ fölötti márgafrakció (%)	10,3	25,5	27,2	75,0
56 $\mu$ alatti márgafrakció (%)	81,5	64,4	58,4	20,8

5. táblázat

	Alap bent. 60 kg/m <sup>3</sup>	Bentonit + 0,2 kg/m <sup>3</sup> VAMA			
		0	Ca <sup>++</sup> 0,272	koncentráció 0,544	g dm <sup>3</sup> 0,816
Plaszt. viszk. PV (mPa.s)	7,0	15,0	17,0	12,0	12,0
Folyási hat. YP (Pa)	2,55	13,79	10,22	5,62	2,04
Mozg. ell. 10 <sup>3</sup> (Pa)	0,51	6,13	4,60	2,04	1,02
10 <sup>4</sup> (Pa)	5,62	13,28	6,64	3,06	2,04
Vízleadás (m <sup>3</sup> )x10 <sup>6</sup>	16	23	42	74	105
$\frac{YP}{PV} \cdot 10^3$ (s <sup>-1</sup> )	0,36	0,92	0,60	0,47	0,17
n	0,66	0,44	0,54	0,60	0,80
K (Pa.s <sup>n</sup> )	0,096	1,32	0,61	0,26	0,052

ionok elsősorban a duzzadóképes Na-montmorillonit ásvánnyal reagálnak és ily módon növekedik a nem duzzadóképes agyagfrakció mennyisége.

A duzzadó ill. a nemduzzadó részecskék arányának megváltozása vezet a reológiai jellemzők romlásához (5. táblázat).

**Összefoglalás**

Vinilacetátból és hazai maleinsavanhidridből olyan kopolimereket állítottunk elő, amelyeket alkalmasnak találtunk alacsony szilárdanyag-

tartalmú öblítőfolyadékok előállítására. Reológiai jellemzőket, hőtűrőképeséget, flokkulációs aktivitást, diszpergálódást gátló hatást tekintve egyező, vagy jobb hatást mutatott a megfelelő import adalékanyaggal összehasonlítva. Megállapítottuk azokat a reakció-paramétereket, amelyek a leghatásosabb polimerfajtát előállításához szükségesek és az üzemi előállítás alapjául szolgálhatnak. Meghatároztuk a polimer optimális alkalmazási koncentrációját bentonitszuszpenzióban, megvizsgáltuk azokat a hatásokat, amelyek a



polimert tartalmazó öblítőfolyadék tulajdonságát a fúrási gyakorlatban befolyásolhatják (közbörsítettség, hőtüroképeség,  $\text{Ca}^{++}$  és elektrolittartalom).

#### IRODALOM

- [1] Lummus, J. L., Fox, J. E., Anderson, D. B.: "New Low-solids polymer mud cuts drilling costs for Pan American". Oil and Gas Journal, 87—91. 1961. dec.
- [2] Lummus, J. L.—Field, L. J.: "Nondispersed polymer mud: a new drilling concept". Petroleum Engineer, 1968. márc.
- [3] Hull, J. D.: "Minimum solids fluids reduce drilling costs". World Oil, 1968. dec.

- [4] Lanman, D. E.—Willingham, R. W.: "Low solids, non-dispersed muds solve hole problems". World Oil, 1970. aug. 1.
- [5] Dormán, J.: Polimerek szerepe a korszerű öblítőfolyadék-technológiában. Kőolaj és Földgáz, 6 179—185, 1976.
- [6] Dormán, J.—Katona, J.: Nem diszperzív öblítőfolyadékok előállításának elvi és gyakorlati tapasztalatai. Kőolaj és Földgáz, 10 306—310. 1977.
- [7] Lanman, D. E.—Willingham, R. W.: "Use of non-beneficiating selectively flocculated low solids non-dispersed mud system in Wyoming's Big Horn basin". API Paper, 1970 ápr.
- [8] Seymour, R. B., Harris, F. F., Branum, I.: Copolymers of vinyl compounds and maleic anhydride Industrial and Engineering Chem., 41 (7) 1509—1513 1949.

## HÍREK

1981. október hónapban jelent meg a „Kőolaj és Földgáz” c. lap különszáma

### „A KŐOLAJ- ÉS FÖLDGÁZBÁNYÁSZAT MŰSZAKI FEJLŐDÉSE 1977”

bibliográfiai tanulmány az alábbi tartalommal:

#### 1. Mélyfúrás

- 1.1. A fejlődés általános irányai
  - 1.1.1. Kőzetfúrás a mélyben
  - 1.1.2. Fúróberendezések, fúrási eszközök
  - 1.1.3. Mély- és nagymélységű fúrási technológia
  - 1.1.4. Lyukfejezés, kútkiképzés
  - 1.1.5. Tengeri fúrási technológia
  - 1.1.6. Újszerű fúrásmódok
- 1.2. Fúrási felszerelés
  - 1.2.1. Fúróberendezések
  - 1.2.2. A fúrószerszám
  - 1.2.3. Fúrési műszerek
- 1.3. Fúrási technológia
  - 1.3.1. A kőzetfúrhatóság és a fúrókiválasztás szempontjai
  - 1.3.2. Fúrési tényezők
  - 1.3.3. Öblítés, öblítőiszap
  - 1.3.4. Fúrólyukszerkezet, szabályozott nyomású fúrás
  - 1.3.5. Nagymélységű fúrások
  - 1.3.6. Béléscsővezés, cementezés
  - 1.3.7. Fúrési üzembavarok, mentés
  - 1.3.8. Fúrólyukak elferdülése, irányított ferdefúrás
- 1.4. Lyukbefejezés
  - 1.4.1. Formációvizsgálat, formációmegnyitás, kútkiképzés
  - 1.4.2. Tárolókőzetek serkentése
    - 1.4.2.1. A folyadékös kőzetrepszés
    - 1.4.2.2. Formációsavazás

#### 1.5. Tengeri és arktikus fúrások

- 1.5.1. Tengeri fúrások
- 1.5.2. Arktikus fúrások

Irodalom (650 db)

#### 2. Sekélyfúrás és nagyátmérőjű fúrás

##### 2.1. Sekélyfúrás szilárd kőzetben

- 2.1.1. Általános fejlődési irányzat
- 2.1.2. Fúrószerszámok a magfúráshoz. Magfúró felszerelés
- 2.1.3. Fúrószerszámok és fúróberendezések
- 2.1.4. Ellenőrző, mérő- és regisztráló műszerek a fúrási folyamathoz
- 2.1.5. A kutató-magfúrások fúrócsövei, rudazata és súlyosbítói
- 2.1.6. Magfúró-készülékek
- 2.1.7. Öblítéstechnika
- 2.1.8. Különleges fúrási módszerek

##### 2.2. Sekélyfúrás laza kőzetben

- 2.2.1. A fúrási módszerek
- 2.2.2. Sekély vízkutak fúrása, kiképzése

##### 2.3. Akna- és nagyátmérőjű lyukfúrás

- 2.3.1. A fejlődés általános irányzata
- 2.3.2. Nagy átmérőjű fúróberendezések
- 2.3.3. Nagy átmérőjű fúrási szerszámok
- 2.3.4. A nagyátmérőjű fúrások lyukfalbiztosítása
- 2.3.6. Menekülő- (mentő-) fúrások

Irodalom (76 db)

#### 3. Mélyfúrás geofizika

##### 3.1. A fejlődés általános irányai

##### 3.2. Méréstechnika, mérőeszközök

- 3.2.1. Általános műszaki kérdések
- 3.2.2. Radioaktív-mérések
- 3.2.3. Ellenállás-szelvényezés
- 3.2.4. Akusztikus eljárások
- 3.2.5. Egyéb mérési módszerek



3.3. Mérések béléscsövezett kutakban	4.6.4. Olajkiszorítás meleg fluidummal
3.4. A mérések elméletével foglalkozó tanulmányok	4.6.5. Olajkiszorítás tűzelárasztással
3.4.1. Elektromos eljárások	4.7. Földgáztermelés
3.4.2. Indukciós, elektromágneses mérések	4.7.1. Földgáztelepek
3.4.3. Nukleáris mérések	4.7.2. Gáz-csapadék telepek
3.4.4. Egyéb eljárások	4.7.3. Föld alatti gáztárolás
3.5. Kőzetmintákon végzett mérések	4.8. Geotermálenergia-termelés
3.6. Szelvényértelmezés	4.9. A tárolókőzet kezelése
3.6.1. Agyagos tárolók értelmezése	4.9.1. Folyadékös kőzetrepesztés
3.6.2. Bonyolult felépítésű tárolók	4.9.2. Robbantás
3.6.3. A rétegtartalom és a termelőképeség meghatározása	4.9.3. Savazás
3.6.4. Egyes mérési módszerek értelmezési kérdései	4.9.4. Homokbeáramlás elleni védekezés
3.6.5. Számítógépek alkalmazása a szelvényértelmezésben	4.9.5. Lerakódások, korrózióvédelem, környezetvédelem
3.7. Rétegmegnyitás, robbantási munkák	4.9.6. Termelőkenységvizsgáló berendezések
3.8. Kapcsolatok más területekkel	Irodalom (544 db)
3.8.1. Abnormális nyomású rétegek dektálása	5. Kőolaj- és földgáztermelés
3.8.2. Kőzetmechanikai kérdések	5.1. Több fázisú áramlás, kúthőmérséklet
3.8.3. Kapcsolatok a termelés- és fúrás-technikával	5.2. Termelés olajkútból
3.8.4. Kapcsolatok a felszíni geofizikával	5.3. Termelés gázkútból
3.8.5. Egyéb kapcsolatok	5.4. Tengeri szénhidrogén-termelés
Irodalom (278 db)	5.5. Egyéb
4. Rezervoármérnöki tudomány	Irodalom (68 db)
4.1. A fejlődés általános irányai	6. Kőolaj- és földgázszállítás
4.2. Telepfluidumok	6.1. A kútáram gyűjtése és szétválasztása
4.3. Tárolókőzetek	6.2. Kőolaj és kőolajtermékek csőtávvezeteki szállítása
4.4. Fluidumáramlás	6.3. Földgáz csővezeteki szállítása
4.5. Készletbecslés	6.4. Mérés és automatizált irányítási rendszerek
4.6. Szénhidrogén-kitermelés	6.5. Egyéb
4.6.1. Olajkiszorítás nem elegyedő fluidummal, fluidumbesajtolás nélkül	Irodalom (286 db)
4.6.2. Olajkiszorítás nem elegyedő fluidummal, fluidumbesajtolással	Névmutató
4.6.3. Olajkiszorítás elegyedő fluidummal	Tárgymutató
	Helynévmutató
	Részletes tartalomjegyzék



# Szilárdanyagmentes polimer-elektrolit rendszerek a fúrási teljesítmények növelésére

DORMÁN JÓZSEF

## Bevezetés

A szénhidrogénkincs feltárására irányuló fúrások lemélyítéséhez alkalmazott öblítőfolyadékokkal szemben számos technológiai és gazdasági követelményt támasztanak. A korszerű technológia által támasztott követelmények között hangsúlyozott szerepet kap négy tényező:

- a fúrási sebesség növelésének elősegítése,
- a lyukfal stabilitásának megőrzése,
- a hőtűrőkéesség növelése,
- a tárolórétegek védelme.

Ismeretes, hogy az öblítőfolyadék szilárdanyag-tartalmának növekedésével a fúrási sebesség drasztikusan csökken. E probléma kiküszöbölését célozta a különböző hidrofil polimerekkel — vinilacetát-maleinsavanhidrid kopolimer (Ben-Ex), részlegesen hidrolizált poliakrilamid (Drillaid) biopolimerek (Kelzán, Xanthan) stb. — kialakított alacsony szilárdanyag-tartalmú, illetve szilárdanyagmentes öblítőfolyadékok bevezetése. Ezen öblítőfolyadékok az alacsony szilárdanyag-tartalom, vagy szilárdanyag-mentesség fenntartását is elősegítik azáltal, hogy gátolják a felfúrt kőzet diszpergálódását, elősegítik eltávolítását — többnyire mechanikai úton — a rendszerből.

A hazai gyakorlat eredményei azt mutatták, hogy ily módon átlagosan 20–30%-os fúrási sebességnövekedés érhető el. Mivel a szénhidrogénkutató fúrások rendszerint túlnyomásos (a hidrosztatikusnál nagyobb nyomású) rétegeket harántolnak, szükségessé válhat az öblítőfolyadék sűrűségének növelése. Erre a célra jelenleg baritot vagy mészkölsíztet — tehát szilárdanyagot — alkalmaznak.

Következésképpen az öblítőfolyadék elveszíti „alacsony szilárdanyag-tartalmú” jellegét, s az ezzel járó előnyös tulajdonságokat.

Az öblítőfolyadékkal szemben támasztott további, igen fontos követelmény, hogy biztosítsa a fúrt lyuk falának stabilitását még vízerzékeny kőzetek átfúrásakor is.

Mivel a hazai fúrási gyakorlatban különösen magas réteghőmérsékletek fordulnak elő, alapvető szempont, hogy az alkalmazott öblítőfolyadék nagy hőstabilitással — (450–470 K) rendelkezzen. Ugyanakkor mind fontosabb gazdasági kérdéssé válik az is, hogy a feltárt szénhidrogénkincs minél nagyobb hányada kitermelhető legyen. E cél megvalósításának alapvető feltétele pedig a produktív rétegek védelme, illetve az eredeti tárolótulajdonságok megőrzése.

Kérdés azonban, hogy van-e olyan univerzális fúrási folyadék, amely a fenti törekvések együttes megvalósítására alkalmas. A fúrás közben a tárolórétegekbe jutó öblítőfolyadék kom-

ponensek (szüredék, szilárd részecskék stb.) lerontják a tárolókőzet eredeti áteresztőképességét. Különösen nagy lehet ez a káros hatás akkor, ha a tárolóréteg vízerzékeny agyagot tartalmaz, amely az öblítőfolyadék szüredékének hatására megduzzadhat, diszpergálódhat, s ezzel elzárhatja az áramlási csatornákat, pórusokat.

Ez a veszély fennáll a béléscsővezetett lyukban végrehajtott rétegmegnyitást (perforációt) követően, vagy az esetleges hozamnövelő eljárás, a hidraulikus rétegrepesztés alkalmával is, amikor a lyukfeltöltő, vagy rétegrepesztő folyadék filtrátuma hat károsan a tárolókőzet jellemzőire.

A probléma megoldásának egyik leghatékonyabb módja, ha a fúrási (öblítő-, lyukbefejező-, rétegrepesztő-) folyadékokban olyan kémiai közeget biztosítunk, amely az agyagásványok stabilitását lehetővé teszi.

Erre a célra különböző elktrolitok használhatóak fel a legperspektivikusabban. Az egyik legegyszerűbb és legolcsóbb megoldás a NaCl alkalmazása.

A tapasztalatok szerint azonban nagyobb hatékonysággal alkalmazható a KCl (illetve általában a  $K^+$ -sók), ugyanis a  $K^+$ -ion specifikus adszorpciója az agyagásványokban rendkívül nagymértékben gátolja ezek duzzadását vagy diszpergálódását.

Az ún. K-bázisú öblítőfolyadékok ily módon váltak a lyukfalstabilitási problémák leküzdésének egyik legfontosabb eszközévé (1). Hasonlóan kedvező hatás érhető el vízben jól oldódó kalcium-sók alkalmazásával. A  $CaCl_2$ , illetve  $CaBr_2$  oldatokat sikerrel alkalmazzák nemcsak a túlnyomásos rétegek vizsgálata során, de masszív márgarétegek, vagy produktív zónák harántolására is (2). Három- (Al, Cr), vagy négyértékű (Zr) ionok felhasználásával a folyadék inhibítív hatása növelhető.

Az alumínium (Al) — vegyületek hatékonysága azonban számottevően fokozható, ha az alumíniumsó oldatához megfelelő mennyiségű nátriumhidroxidot (NaOH) adva gyűrűs felépítésű ún. hidroxialumínium polikationt hozunk létre.

## Elektrolitoldat-alapú, szilárdanyagmentes fúrási folyadék

Ha megnövelt sűrűségű fúrási folyadékot kívánunk előállítani, illetve alkalmazni a szilárdanyag-mentesség fenntartása mellett, akkor alapfolyadékként valamely jól oldódó elektrolit oldatát kell felhasználni. Bár a legkézenfekvőbb megoldásnak a NaCl mutatkozik, vizsgálatainkat a lényegesen magasabb folyadéksűrűség — és ezzel szélesebb körű alkalmazhatóság — biz-



tosítása érdekében a kalciumklorid (CaCl<sub>2</sub>) és kalciumbromid (CaBr<sub>2</sub>) oldatokra koncentráltuk. Az előbbivel közel 1400 kg/m<sup>3</sup>, az utóbbival több mint 1800 kg/m<sup>3</sup>-es folyadéksűrűség érhető el.

A fenti elektrolitok koncentrációjának változtatásával, illetve kombinált felhasználásával az 1050–1850 kg/m<sup>3</sup> tartományban bármely kívánt sűrűségérték beállítható. Ilymódon ez a rendszer nagy folyadéksűrűségek mellett is megőrzi szilárdanyagmentes jellegét, ami a fúrási sebesség és a tárolórétegek védelme szempontjából rendkívül fontos tényező. Az egyszerű elektrolitoldat viszkozitása azonban a szükségesnél rendszerint alacsonyabb, s folyadékleadása (kiszűrődés a porózus rétegekbe) rendkívül nagy.

A reológiai és filtrációs tulajdonságok szabályozására természetesen csak a nemionos, hidrofíli polimerek alkalmasak. A leggazdaságosabb és legkézenfekvőbb megoldás valamely természetes alapú polimer alkalmazása (Polymer A).

Bár önmagában Polymer A-val is jó eredmények érhetők el, elsősorban a hőtűrőképeség és

a stabilitás növelése érdekében más polimerek vagy kopolimerek adagolása is célszerű. Ezek közül is a nemionos —C—C—C— alapvázat tartalmazó szintetikus polimereket (pl. Polymer B) lehet kiemelni. Ilyen polimer kombinációval 180 °C-on jó, de még 200 °C-on is elfogadható tulajdonságokkal rendelkező szilárdanyagmentes fúrási folyadékot lehet előállítani.

A kalciumklorid (vagy bromid) mennyiségét a kívánt folyadéksűrűség határozza meg. Néhány jellemző összetétel tulajdonságait az 1. táblázatban foglaltuk össze. Az ilymódon kialakított ún. PAC-STAR rendszer előnyös tulajdonságai közül kettőt szükséges kiemelni:

- nagy folyadéksűrűség is megvalósítható hagyományos neheztőanyagok felhasználása nélkül, a szilárdanyag-mentesség fenntartása mellett,
- a magas elektrolittartalom kiváló lyukfalsztabilizáló hatást biztosít, s tárolóvédelmi szempontból is előnyös.

1. táblázat

PAC-STAR fúrási folyadék jellemzői

Összetétel	10 kg/m <sup>3</sup> Polymer A 5 kg/m <sup>3</sup> Polymer B 10 kg/m <sup>3</sup> NaOH + CaCl <sub>2</sub>		20 kg/m <sup>3</sup> Polymer A 2,5 kg/m <sup>3</sup> Polymer B 10 kg/m <sup>3</sup> NaOH + CaCl <sub>2</sub>		10 kg/m <sup>3</sup> Polymer A 10 kg/m <sup>3</sup> Polymer B 10 kg/m <sup>3</sup> NaOH	
	300	425	300	425	300	425
Hőmérséklet K						
Fann leolvasás						
600	35	44	62	122	88	107
300	37	31	42	96	57	66
200	36	25	31	84	42	54
100	18	18	20	66	27	38
6	8	5	8	20	9	10
3	5	4	6	18	7	8
Vízleadás ml	14	26	16	10	12	18
pH	11	11	11	11	11	11
Sűrűség kg/m <sup>3</sup>	1250	1250	1170	1170	1300	1300

Ez utóbbit támasztják alá a diszperziós vizsgálatok eredményei (2. táblázat). A diszpergálódást gátló hatás a lyukfalsztabilizáló hatás mértékére vonatkozóan szolgál felvilágosítással. Sok esetben azonban nem szükséges — esetenként kifejezetten hátrányos — a magas folyadéksűrűség. A megfelelő reológiai tulajdonságok és vízleadás mellett a lyukfalsztabilizáló hatást és a tárolórétegek védelmét különleges kémiai közeg kialakításával lehet biztosítani.

Hidroxialumínium alapú, szilárdanyagmentes fúrási folyadék

Valamely alumínium-só (alumíniumklorid, alumíniumsulfát) és alkáli-hidroxid felhasználásával előállított hidroxialumínium polikation (HALPK) — megfelelő OH/Al arány mellett — feltétlenül alkalmas olyan nemdiszperzív fúrási folyadék kialakítására, amely a fúrási sebesség növelése mellett lyukfalsztabilizációs és tárolóvé-

2. táblázat

Diszperziós vizsgálat (423 K, 5 órás) algyői agyagmárga-mintával

Összetétel	Csapvíz	Káliumbázisú öblítőfolyadék	Gipsz- bázisú öblítő- folyadék	10 kg/m <sup>3</sup> Polymer A 10 kg/m <sup>3</sup> Polymer B 10 kg/m <sup>3</sup> NaOH + CaCl <sub>2</sub>		10 kg/m <sup>3</sup> Polymer A 5 kg/m <sup>3</sup> Polymer B 10 kg/m <sup>3</sup> NaOH + CaBr <sub>2</sub>	
				1340		1460	
Sűrűség kg/m <sup>3</sup>	1000	1280	1270	1440			
Szemcseméret .10 <sup>4</sup> (m)				Szemcseméret-eloszlás %			
20	8,8	60	30	20	88		92,8
12,5	5	12,5	11,9	5,7	7,8		6,1
2,5	—	2,5	4,2	3,9	1,1		1,1
0,56	—	0,7	1,3	1,0	—		—
<0,56	86,2	24,3	42,6	69,4	3,1		0,0



delmi szempontból előnyös tulajdonságokkal rendelkezik. E rendszer reológiai paramétereinek és víztartókéességének szabályozására ugyancsak megfelelőnek találtuk a természetes alapú nemionos, hidrofíll polimereket, (pl. Polymer A).

A problémát ez esetben is a korlátozott hő-tűrőkéesség jelentette. Vizsgálataink eredményei azt mutatták, hogy a már említett Polymer A—Polymer B kombináció felhasználása jelentős mértékben javítja a folyadék jellemzőit és hőstabilitását is. (SAL—STAR rendszer).

Vizsgálataink eredményei azt mutatták, hogy számos szintetikus vízdoldható polimer — nemionosok (Polymer B) és anionosak (Polymer C) egyaránt — eredményesen alkalmazható e célra.

A különböző polimerek közötti színenergeti-

kus kölcsönhatás eredményeként még 450—460 K-en is jól funkcionáló rendszer alakítható ki.

Ha a sűrűség növelésére van szükség kb. 1190 kg/m<sup>3</sup>-ig NaCl hozzáadásával megvalósítható, de alkalmazhatók a hagyományos nehezítőanyagok (mész-kőliszt, barit stb.) is. A lyukfalszabítást biztosító, diszpergálódást gátló hatás KCl adagolásával fokozható.

A különböző adalékanyagok felhasználásával ezen folyadék tulajdonságai tetszőlegesen változtathatók, alakíthatók, a mindenkori célnak megfelelően.

Ezt mutatják a 3. táblázat adatai, amelyben a jellegzetes összetételek alapvető paramétereit foglaltuk össze. A fenti folyadékok — az összetételtől függően — öblítő-, lyukbefejező-, vagy rétegrepesztő folyadékként is felhasználhatók.

3. táblázat

SAL—STAR fúrási folyadék jellemzői hőkezelés után

Összetétel	20 kg/m³ Polymer A 10 kg/m³ Polymer B + 250 kg/m³ NaCl	20 kg/m³ Polymer A 10 kg/m³ Polymer C	20 kg/m³ Polymer A 15 kg/m³ Polymer C 20 kg/m³ AIS 9 kg/m³ NaOH	
	20 kg/m³ AIS 10 kg/m³ NaOH	20 kg/m³ AIS 9 kg/m³ NaOH	50 kg/m³ KCl	
Hőmérséklet K	425	425	455	455
Sűrűség kg/m³		1160	1020	1050
Fann leolvasás				
600		36	53	42
300		22	36	28
100		11	21	15
6		5	4	5,5
3		4	3	5
Vízleadás ml		17	14	12
pH		8,5	10	10

Megjegyzés: AIS — alumíniumszulfát-dodekahidrát

Korrózió, környezetvédelem

Gyakran elhangzó vád az elektrolit-oldat alapú rendszerek alkalmazása kapcsán, hogy rendkívül korrózióvak, s ez alkalmazhatóságukat nagymértékben gátolja. Ez az általánosító felvetés azonban nem kellően megalapozott. A CaCl<sub>2</sub> és CaBr<sub>2</sub> alapú rendszerek a pH megfelelő szabályozásával (10—11) még 453 K

(180 °C)-en is alkalmazhatók korróziós inhibitor nélkül (3).

Megerősítették ezt saját laboratóriumi vizsgálati eredményeink is, amelyek szerint (D és E anyagfokozatú fúrócső mintákon 423—453 K (150—180 °C)-en a korrózió mértéke az ismeretett két rendszer esetében valamivel kisebb, mint pl. gipszbázisú öblítőfolyadékban. Ugyan-

Diszperziós vizsgálatok (425 és 455 K, 5 óra) algyői agyagmárgamintán

4. táblázat

Összetétel	Csapvíz	PAL—STAR 20 kg/m <sup>3</sup> Polymer A 10 kg/m <sup>3</sup> Polymer B 10 kg/m <sup>3</sup> NaOH 20 kg/m <sup>3</sup> AIS	SAL—STAR—S 20 kg/m <sup>3</sup> Polymer A 15 kg/m <sup>3</sup> Polymer C 10 kg/m <sup>3</sup> NaOH 20 kg/m <sup>3</sup> AIS 250 kg/m <sup>3</sup> NaCl	SAL—STAR—S 20 kg/m <sup>3</sup> Polymer A 10 kg/m <sup>3</sup> Polymer C 9 kg/m <sup>3</sup> NaOH 20 kg/m <sup>3</sup> AIS 250 kg/m <sup>3</sup> NaCl
Sűrűség kg/m <sup>3</sup>	1000	1005	1150	1150
Hőmérséklet K	425	425	455	455
Szemcseméret · 10 <sup>4</sup> (m)			Szemcseméret-eloszlás %	
20	11,9	55,1	91,3	63,8
12,5	4,2	11,8	2,0	7,0
2,5	7,0	10	1,3	2,4
0,56	0,5	1,6	1,9	0,3
<0,56	76,4	21,5	3,5	26,5



Elnevezés (típus)	1	2	3	4	5	6
Szemcseméret · 10 <sup>4</sup> ( $\mu$ )						
	Szemcseméret-eloszlás %					
20	9,5	35,5	80,9	48,6	93,1	26,9
12	5,7	14,1	6,1	12,4	3,1	8,6
2,5	10	14,8	4,9	7,4	1,5	10,7
0,56	1,6	1,3	0,6	0,6	0,2	0,2
<0,56	73,3	34,4	7,5	31	2,1	53,6

Folyadékok: 1 — bentonit alapú öblítőfolyadék; 2 — gipszbázisú öblítőfolyadék;  
3 — káliumbázisú öblítőfolyadék; 4 — SAL-STAR folyadék  
5 — PAC-STAR folyadék; 6 — M-SYN-CM folyadék

6. táblázat

## Költségtényezők

Folyadéktípus	Sűrűség	Előállítási költség
PAC-STAR	1300 kg/m <sup>3</sup>	2600 Ft/m <sup>3</sup>
PAC-STAR	1200 „	1850 „
PAC-STAR	1150 „	1650 „
SAL-STAR	1000 „	370 „
SAL-STAR-S	1160 „	540 „
SAL-STAR-P	1050 „	940 „
PAL-STAR-S	1160 „	1540 „

## Költségtényezők

Az előbbieken leírt fúrási folyadékok összetétele — a kívánalmak szerint — széles határok között változtatható. Ennek megfelelően az előállítási — és alkalmazási — költség is változik.

Néhány jellemző adatot tartalmaz a 6. táblázat.

Az adatokból és folyadékok jellemzőiből kitűnik, hogy mindkét folyadéktípus előállítása és alkalmazása gazdaságos, vagy gazdaságossá tehető, összehasonlítva a hagyományos rendszerekkel.

## IRODALOM

- [1] Mondshine, T. C.: Test show potassium — mud versatility. OGI.1974. ápr. 22.
- [2] Conners, J. H.—Bruton, J. R.: Using brines to drill over pressured pay zones. World Oil, 1979. dec. 71—74.
- [3] Paul, J. R.—Plonka, J. H.: Solids free completion fluids maintain formation permeability. SPE 4655.

ez a megállapítás érvényes a feszültségkorróziót ellenőrző vizsgálatok eredményeire is.

Az USA-ban — ahol a CaCl<sub>2</sub>-ot az autópályák sózására használták — megállapították, hogy — az adott körülmények között — nem jelent veszélyt a növényzetre, az emberre és a vízforrásokra. Ezzel szemben az azonos célra alkalmazható, de az élő szervezetben koncentrálnódó, ún. biokumulatív cink (Zn) ionok súlyos környezet-szennyezést okoznak.



# Az invertemulziós iszapok többszöri felhasználhatóságának tapasztalatai

MOLNÁR JENŐ

A magyarországi mélyfúrásoknál az agyagok (márgák) különböző okokra visszavezethető instabilitási problémái miatt, illetve a nagy réteghőmérséklet következtében már több év óta alkalmaznak invert emulziós iszapokat. Bár az invert emulziós iszapok számtalan előnnyel rendelkeznek, a legnagyobb hátrányuk az előállításuk viszonylagosan nagy költsége. Ezt a hátrányt csak részben kompenzálja az a körülmény, hogy a kész iszapot — átlagos körülmények között — csak ritkán szükséges nagyobb mértékben javítani.

Ennek az iszaptípusnak az első dunántúli alkalmazása óta a kezelést és a kondicionálást minden esetben úgy végeztük, hogy a fúrás befejezése után az iszapnak minél nagyobb részét ismét fel lehessen használni egy újabb fúrási

ponton. Ezzel párhuzamosan arra törekedtünk, hogy az iszapot olyan módon tároljuk, hogy ha felhasználása ismét szükségessé válik, csak minimális kondicionálásra, ill. feljavításra legyen szükség.

Az invert emulziós iszap első dunántúli alkalmazásánál az iszaptól összesen  $150 \text{ m}^3$ -t készítettünk, amelynek a sűrűsége  $1,08 \text{ t/m}^3$  volt. Ezt a sűrűséget azután a fúrás folyamán fokozatosan  $1,30 \text{ t/m}^3$ -ig kellett emelni.

Ezzel az iszappal összesen 750 m-t fúrtak. Az átharántolt rétegek főként márgákból, illetve a fúrás végső szakaszán közbetelepült márgacsikkokkal tagolt mészkőből álltak. A többi, iszapra vonatkozó adatot az 1. és 2. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Az invertemulziós iszapok készítésének és felhasználásának adatai

Felhaszn. száma	A fúrás jelzése	Mélység (m)		Sűrűség ( $\text{t/m}^3$ )		O/V	
		kezdő	befejező	indulásnál	befejezésnél	indulásnál	befejezésnél
1.	Szil—33	3240	3991	1,08	1,30	70/30	70/30
2.	Pu—1	3438,5	4027	0,97	1,02	65/35	65/35
3.	Bm—1	4420	5075,5	1,12	1,09	60/40	60/40
4.	OrNy—2	3623	3806	1,95	1,94	70/30	72/28
5.	B—IX.	3395,5	5265,5	1,52	1,88	70/30	70/30

Megjegyzés: Szil—33 — új készítés  
Pu—1  
Bm—1 —  $35\%$  Szil—33 +  $35\%$  Pu—1 +  $30\%$  gázolaj  
OrNy—2 —  $50\%$  Bm—1 +  $50\%$  gázolaj  
B—IX —  $40\%$  Bm—1 +  $40\%$  B—1 +  $20\%$  OrNy—2

Az iszap mechanikus tisztítására a fúróberendezésnél csak egy normál rázószita állt rendelkezésre, amelyik — a mérési adatok szerint — az előbbieken említett átharántolt rétegek miatt megfelelő szilárdanyag eltávolítást biztosított. A fúrás befejezése után az iszapot a tárolóhelyre szállították, mivel a következő fúrási ponton egészen kis sűrűségű iszap alkalmazására volt szükség. Emiatt az új fúrásnál célszerűbb és gazdaságosabb volt ismét új iszapot készíteni. Az újonnan készített iszap mennyisége azonos volt az előző fúrásponton készített iszap mennyiségével. Ennél a fúrásnál ezzel a kis sűrűségű iszappal összesen 600 m-t fúrtak. Az átharántolt rétegek főként mészkőből álltak, amelyet közbetelepült, vízre érzékeny meszes márgacsikkok tagoltak. Az iszap mechanikus tisztítását ezen a fúrási ponton is egy normál rázószitával biztosítottuk az előző mezőbeli tapasztalatok kielégítő eredményeinek megfelelően. A sűrűség kismértékű növekedése nem szilárd-

anyag-felhalmozódás miatt következett be, hanem a fúrás során szükségessé vált baritadagolás hatására. Miután a fúrást befejezték, az iszapot szintén a tárolóhelyre szállították, ahol kb. 1 évig tárolódott.

A következő fúrási pont lemélyítésére, ahol olajos iszap alkalmazása volt szükséges, több mint 1 év múlva került sor. Az előzetes számítások szerint az iszap sűrűségének ebben az esetben  $1,12 \text{ t/m}^3$ -nek kellett lennie. A szükségletnek megfelleően az iszapot a már egyszer használt és a tárolókban félretett iszapokból készítettük el. Feljavításuk oly módon történt, hogy a régi iszapokhoz annyi gázolajat adtunk, amennyire az új fúrási ponton megkívánt sűrűség beállításához volt szükség. Ezzel párhuzamosan hozzáadtuk a bevitt gázolajra számított előírt javítómennyiségeket is. Az „új” iszap az alábbi keverési aránnyal készült:  $35\%$  a 2 évvel előbb lemélyített fúrás iszapjából,  $35\%$  az 1 évvel előbb lemélyített fúrás iszapjából, +  $30\%$



frissen készített iszap. Az ily módon elkészített és felfrissített iszappal, — amelynek 70%-át már 1-1 ízben használtuk — összesen 655 m-t fúrtak. Az átharántolt rétegek és az iszaptisztító berendezések ugyanazok voltak, mint az előzőekben már említett két fúrásnál.

(A fent említett egyszerű iszaptszítási mellett fúrt összes méterszám tehát erre az iszapra vonatkoztatva kb. 2000 m).

Az említett három fúrásnál az invert emulziós iszap alkalmazását ún. vízerzékeny márgák jelenléte tette szükségessé. Az átharántolt mészkőbe ugyanis több helyen márgacsíkok települtek közbe. A magfúrásokból származó anyagok vizsgálata alapján megállapítható volt, hogy ezeknek a márgáknak a vízaktivitása ( $a_w$ ) 0,65—0,68 között változik. Az iszap megfelelő értékre beállított szalinitásával azonban lehetővé vált a vízerzékeny márgák megbomlásának a megelőzése és a fúrások zavar nélküli leemelyítése. A réteghőmérséklet a legmélyebb fúrásban sem lépte túl a 190 °C-t. Mivel mind a három fúrásnál viszonylag rövid szakaszt fúrtak az invert emulziós iszappal, ezért csak kis számú, átlagosan 2—3-szori, iszapjavításra volt szükség.

A negyedik invert emulziós iszappal leemélyített fúráshoz a harmadik fúrás befejezése után kb. egy fél évvel került sor. Itt az a tény szücskéssé az invert emulziós iszap alkalmazását, hogy a fúráshoz várt túlnyomásos olajtermelő réteg átharántolását a lehetőség szerinti legkisebb károsodással lehessen megoldani. Az itt szükséges nagy sűrűségű iszapot oly módon készítették, hogy 50%-ban az előző három fúrásnál már alkalmazott iszapot használtak fel, 50% pedig friss készítés volt. Ezen negyedik esetben mindössze 200 m-t fúrtak ezzel az iszappal. Ennek ellenére viszonylag hosszú ideig volt a fúrólukban, mivel a fúrás során több műszaki bal eset fordult elő, amelyeknek a felszámolása hosszabb mentési műveleteket kívánt, s csak ezek után kerülhetett sor a lyuk befejezésére. Ezt a négy fúrást követte azután az a nagymélységű fúrás, ahol a már többször felhasznált invert emulziós iszapokat a leghosszabb ideig használtuk.

Ilyen előzmények után ezen fűrés 6"-os szakaszának az alsó részén — első esetben az invert emulziós iszapok alkalmazása történetében — bizonyos kondicionálási nehézségek léptek fel, amelyeknek ismertetésére a későbbiek során még részletesebben visszatérünk.

A nagymélységű fúrásnál az invert emulziós iszap elkészítésére a 9 5/3"-os beléscső elhelyezése után 3395 m-ben került sor. Az iszap készítéséhez — a szokásos módon — nagyrészből a központi tárolóból átszállított, a korábbi fúrásoknál megmaradt iszapokat használtuk föl oly módon, hogy csak annyi adalékanyagot adagoltunk az ilymódon kapott keverékhez, amennyivel az optimális tulajdonságokat be lehetett állítani. A keverési arány — mivel az indulásnál 1,52 t/m<sup>3</sup>-es sűrűségű iszapra volt szükség — a következő volt: 20% iszap a kb. 1 évvel előbb lemellyezett fúrásból, 20% a központi tárolóból, 10% nagyfajsúlyú iszap a félévvel előbb lemé-

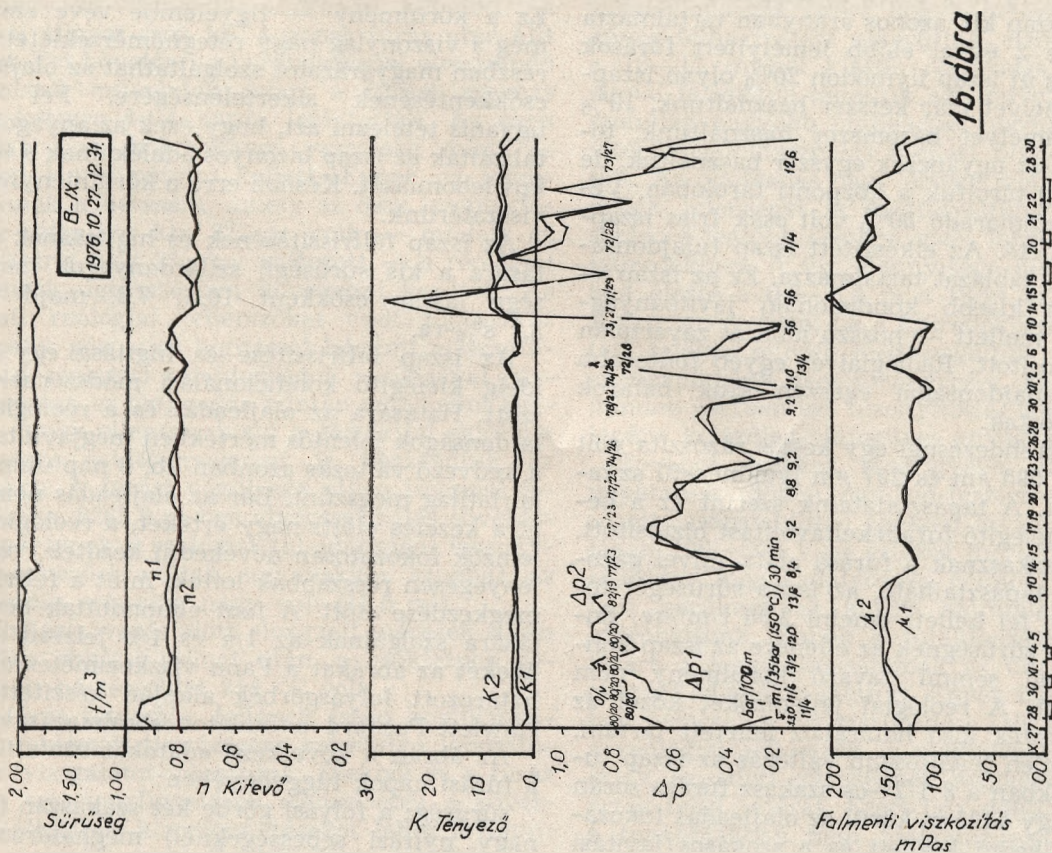
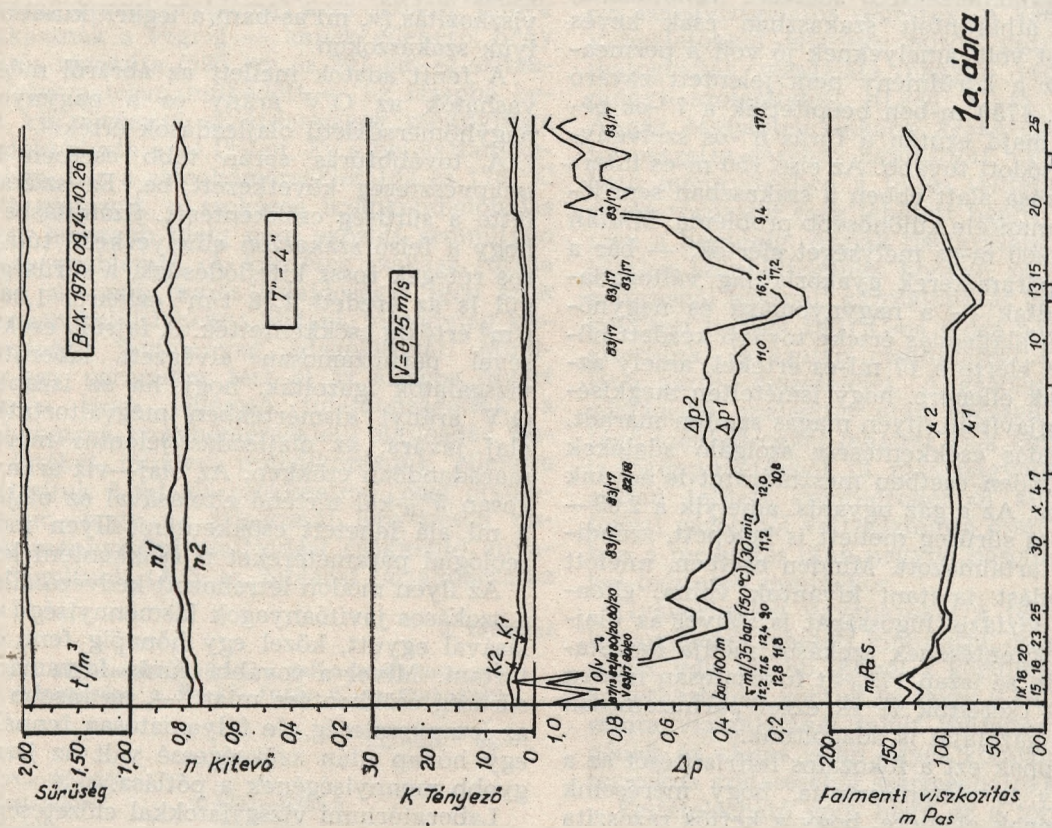
## 2. táblázat

## A különböző fúrásknál alkalmazott iszapok átlagos tulajdonságai

[illegible]

Megjegyzés: \*0,6 ml víz





A B-IX furás iszapja egyes paramétereinek változása a kritikus időszakban



lyített fúrásból, 36 tf<sub>0</sub>/o gázolaj a szükséges adalékokkal + 14 tf<sub>0</sub>/o barit. A központi tárolóból származó iszap kb. azonos arányban tartalmazta a 3, illetve 2 évvel előbb lemélyített fúrások iszapját. Az új iszap ily módon 20% olyan iszapból állt, amelyet már kétszer használtunk, 10% olyanból, amelyet háromszor használtunk, továbbá 20%-át ugyancsak egyszer használtuk, de ezt két évig tároltuk a központi tárolóban. Végül is a fennmaradó 50% volt csak friss iszapnak tekinthető. Az elkészített iszap tulajdonságait a 2. sz. táblázat tartalmazza. Ez az iszap — a szokásos kisebb kondicionáló javítóanyag-adagolások mellett — hosszú időn át zavartalan fúrást biztosított. Reológiai és egyéb fontosabb jellemző tulajdonságai egészen szűk határok között változtak.

A fúróberendezésnél egy kettős rázószita volt felszerelve 595  $\mu$ m és 297  $\mu$ m lyukméretű szita-szövetekkel. A tapasztalataink szerint ez a berendezés kielégítő furadéktávoltást biztosított. Ennek a szakasznak a fúrása alatt, mivel gázosodás volt tapasztalható, az iszap sűrűségét folyamatosan fel kellett emelni 2,08 t/m<sup>3</sup>-re. Ennek a nagy sűrűségnek az ellenére az iszap kondicionálásnál semmi zavaró körülmény nem mutatkozott. A reológiai jellemzőket közel az optimális érték alsó határához lehetett tartani.

Az egyetlen jelentősebb változás az iszap tulajdonságokban a 8 1/2"-os szakasz fúrása során az volt, hogy 4425 m körül az olajleadás fokozatosan emelkedni kezdett és a szokásos javítási műveletek segítségével nem lehetett 10 ml alá csökkenteni. (Ez az érték a standard nagynyomású, nagyhőmérsékletű mérésre vonatkozik.) Mivel az átharántolt szakaszban csak kevés olyan kőzet volt, amelyeknek jó volt a permeabilitása, ez a körülmény nem jelentett zavaró problémát. 4750 m-ben beépítették a 7"-os bélelőcsövet, majd ezután a fúrás 6"-os szelvényben folytatódott tovább. Az első 150 m-es intervallum fúrása alatt ebben a szakaszban sem lépett fel semmiféle különösebb probléma. Miután azonban 4900 m-es mélységet elérték, — bár a reológiai paraméterek gyakorlatilag változatlanok maradtak — a nagynyomású és nagyhőmérsékletű olajleadás értéke tovább kezdett növekedni és elérte a 17 ml-es értéket, amely azután, annak ellenére, hogy ismételten megkíséreltük megjavítani, ilyen magas szinten maradt. Az olajleadás csökkentésére szolgáló adalékok mellett minden esetben mészhidrártot is adtunk az iszaphoz. Az a gáz ugyanis, amelyik a 2,08—2,10 t/m<sup>3</sup>-es sűrűség mellett is belépett, széndioxidot is tartalmazott. Minden esetben, mielőtt az olajleadást javítani kívántuk volna, ellenőriztük a vízfázis lúgosságát is. Mivel az olajleadás csökkentésének szokásos módja hatástalan maradt, az iszap 17%-át fokozatosan frissen készített cseréltük le és ezzel párhuzamosan baritot és gázolajat is adagoltunk.

Az iszapnak ezt a fokozatos felfrissítését az a körülmény is alátámasztotta, hogy méréseink szerint, annak ellenére, hogy a kettős rázószita folyamatosan működött, az iszapban a kis sűrűségű szilárdanyagoknak a mennyisége jelentős mértékben megnövekedett. Mielőtt az iszap hi-

gítását megkezdjük, az alacsony sűrűségű szilárdanyagok korrigált mennyisége 14,1 s<sub>0</sub>/o volt. Ez a körülmény — figyelembe véve emellett még a viszonylag nagy réteghőmérsékletet is — részben magyarázatot szolgáltathat az olajleadás csökkentésének sikertelenségére. Fel lehet ugyanis tételni azt, hogy ezek az anyagok katalizálták az iszap bizonyos adalékainak a termikus lebomlását. Később erre a körülményre még visszatérünk.

Az iszap felfrissítésének és hígításának a hatására a kis sűrűségű szilárdanyagok mennyisége lassan csökkent 10,5; 7,8, majd végül 3,7 s<sub>0</sub>/o-ra.

Az iszap felfrissítése és hígítása egy rövid ideig kielégítő kondicionálási módszernek látszott. Hatására az olajleadás és a reológiai tulajdonságok jelentős mértékben megjavultak. Ez a kedvező változás azonban kb. 6 nap után gyakorlatilag megszűnt. Bár az olajleadás nem érte el a kezelés előtti nagy értéket, a reológiai jellemzők fokozatosan növekedni kezdtek, végül is lényegesen rosszabbak lettek, mint a felfrissítés megkezdése előtt. A fent elmondottak bemutatására szolgálnak az 1/a és 1/b jelzésű ábrák. Ezeket az ábrákat a Fann viszkoziméterrel meg határozott folyásgörbék alapján készítettük el Hawlett-Packard kalkulátor alkalmazásával.

Az ábrán a következő adatokat tüntettük fel a fúrási napok függvényében:

sűrűség; a folyási görbe két szakaszán (kis és nagy nyírási sebességeknél) meghatározott  $n$  kitevő és  $K$  tényező; a surlódási nyomásvesztés ( $\Delta p$ , bar/100 m), amelyet az előző adatok felhasználásával számoltunk és az ún. falmenti viszkozitás ( $\mu$ , mPas-ban) a legkritikusabb fúrólyuk szakaszokon.

A fenti adatok mellett az ábráról még leolvashatók az O/V arány és a nagynyomású, nagyhőmérsékletű olajleadások értékei.

A továbbfúrás során több esetben kisebb iszapvesztés következett be. Ez szükségessé tette a sűrűség csökkentését. Számításba véve, hogy a felső szakaszon elhelyezkedő túlnyomós rétegek rossz kifejlődésűek, a sűrűséget végül is az eredeti 2,08 t/m<sup>3</sup> értékről 1,86—1,88 t/m<sup>3</sup> értékig csökkentették. A fajsúly csökkentésével párhuzamosan elvégzett laboratóriumi vizsgálatok igazolták, hogy ha az iszapban az O/V arányt kismértékben megváltoztatjuk az olaj javára, az olajleadás jelentős mértékben maradandóan csökken. Az olaj—víz arány átlagosan 5%-kal történő eltolásával az olajleadást 9 ml alá lehetett csökkenteni. Ilyen módon a reológiai paramétereket is csökkenteni lehetett.

Az ilyen módon létrehozott kedvező állapotot, a szokásos javítóanyagok kismennyiségű adagolásával együtt, közel egy hónapig fenn tudtuk tartani. Mivel a további fúrás folyamán — a sűrűség csökkentése miatt —, ha kisebb is volt az iszapvesztés, de folyamatosan fennállt, kb. egy hónap után szükségessé vált az iszap nagyobb mennyiségének a pótlása.

Laboratóriumi vizsgálatokkal előzetesen meghatároztuk az adott fajsúlynak és hőmérsékletnek megfelelő O/V arányt és a fent említett pótlást ennek alapján végeztük el. Az első 12%-os



pótlás után először átmenetileg hirtelen viszkozitás-csökkenés lépett fel, amelyet azonban sajnos nagyobb viszkozitás-növekedés követett. Az eredeti állapot csak kb. 4 napos fűrés után állt vissza. Ezt követően a berendezésnél elvégzendő különböző műveletek miatt a fűrés egymás után kétszer 4—4 napra leállították. Az ezen időszak alatt bekövetkező veszteség miatt az iszapot ismét pótolni kellett. Ennek az iszappótlásnak a hatására, amely az össz iszaptérfogatra számítva kb. 8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os volt — mialatt az O/V arány csak 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal változott — a reológiai jellemzők ugrásszerűen növekedni kezdtek. Az eredeti reológiai jellemzőket csak többszörös fokozatos gázolajos hígítással lehetett visszaállítani. A reológiai tulajdonságok javításával párhuzamosan az olajleadás szintén emelkedni kezdett, annak ellenére, hogy a gázolajjal együtt a szükséges javítóanyagokat is hozzáadtuk az iszaphoz. A fűrés végül egy olyan iszappal fejeztük be, 5265,6 m-ben elvégzett beléscsővezéssel, amelynek a reológiai tulajdonságai viszonylag kedvezőek voltak, ugyanakkor azonban az olajleadás aránylag nagy volt (12,6 ml).

A beléscsővezés előtt elvégzett mérések során 20 órás öblítési szünet után, a lyuktalpon regisztrált hőmérséklet 214 °C volt.

A fűrés folyamán fellépett iszap kondicionálási problémák tisztázására számtalan laboratóriumi vizsgálatot végeztünk. Ezekből és a fűrés során tett megfigyelések elemzéséből a következő általános következtetéseket lehet levonni:

A tárgyalt nagymélységű fűrés jelentős szakaszán — 3395 és a 4450 m-ek között — a többször felhasznált iszapból készített keverék gyakorlatilag semmi problémát nem okozott. Ennek a szakasznak a végéig — annak ellenére, hogy a kettős rázószita (595 μm és 297 μm-es szitákkal) folyamatosan működött — az iszapba beépült kis sűrűségű szilárdanyagok mennyisége (furadék) elérte a 14,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ot. Ez a ballasztanyag-tartalom, bár a réteghőmérséklet 163 és 176 °C között változott, a szokásos iszapkondicionálás mellett hosszabb ideig nem okozott semmilyen különös problémát. A kérdéses szakasz fűrése közben az iszap összes tulajdosságát igen szűk határokon belül lehetett tartani, viszonylag kis-mennyiségű javítóanyag adagolásával. Mindössze egy paraméter tért el az átlagos invert emulziós iszap jellemző tulajdonságaitól: a nagynyomású, nagyhőmérsékletű olajleadás. Ennek értékét minden próbálkozásunk ellenére nem tudtuk 9 ml alá csökkenteni, még olymódon sem, hogy az átlagosnál lényegesen nagyobb mennyiségű olajleadást csökkentő anyagot adagoltunk. (A 3. sz. táblázat tartalmazza az

összes felhasznált javítóanyag mennyiségét.) Ez a körülmény azonban nem befolyásolta a fűrés zavartalanságát. Ezért, hogy a felesleges javítóanyag-felhasználást elkerüljük, nem erőltettük a 10—11 ml-nél kisebb olajleadás beállítását. Annál is inkább tehetjük ezt, mivel a fenti viszonylag nagyobb olajleadást normális iszapjavítóanyag-felhasználás mellett biztosítani lehetett. Az olajleadás nagy értéke mellett még egy másik jelenséget is megfigyeltünk a mérések során: a legtöbb esetben vizet lehetett találni a szüredékben. A víz mennyisége nem egy esetben elérte a 0,3—0,4 ml-t (lásd az 1/b ábrát). Abban az esetben, ha a szüredékben vizet lehetett találni, mindig megvizsgáltuk, hogy vajon az iszaplepleny nem víznedves-e. Ez a vizsgálat minden esetben azt bizonyította, hogy az iszaplepleny kizárólag olajnedves anyagokból áll.

További érdekes megfigyelés az, hogy az ugyanezen időben emulzió-teszterrel meghatározott iszapstabilitás egészen kiváló volt. Általában 400—600 V-os értéket mértünk. A vízki-szűrődés megakadályozása céljából laboratóriumi körülmények között számtalan módszert kipróbáltunk. Ennek a tulajdonságnak a javítására a legalkalmasabbnak az ún. „alapemulgeátor” adagolása látszott. Ennek hatására azonban nemcsak a víz kiszűrődése csökkent, hanem a reológiai jellemzők is megnövekedtek és elértek az adott sűrűséghez megadott optimális érték felső határát. Ezért úgy döntöttünk, hogy a továbbiakban nem foglalkozunk a szüredék víztartalmának a csökkentésével, mivel egyébként az iszap stabilnak mutatkozott.

A fűrés folyamán több esetben kábel-teszteres rétegvizsgálatot végeztek. A kábel-teszteres vizsgálatokkal felszínre hozott gázminták kromatográfiás vizsgálata nagyon érdekes eredményt szolgáltatott. (Lásd 4. sz. táblázatot). A gáz összetétele inkább krakk-gázéhoz, mint természetes gázéhoz hasonlított, mivel jól mérhető mennyiségben a teljes telítetlen szénhidrogén-sorozatot meg lehetett benne találni egészen a hepténig. Annak tisztázására, hogy a telítetlen szénhidrogének honnan származhatnak, a fűrésnél használt gázolajmintát és egy frissen készített iszapot 180 °C-on 6 óra hosszáig melegítettünk, és azután meghatároztuk a felettük lévő gáztér összetételét. A gázolaj felett lévő gázfázisból melegítés után egészen kismennyiségű szénhidrogént lehetett csak kimutatni, s az is főképp metánból, ill. más, nagyobb szénatom-számú telített szénhidrogénből állt. Az iszap fölötti gáztérből vett gázminta összetétele azonban a melegítés után nagyon hasonló volt a kábel-teszteres mintáéhoz.

Gyakorlatilag ugyanazokat a telítetlen szénhidrogéneket lehetett kimutatni, csak a mennyiségük volt kisebb. Ebből a körülményből azt a következtetést vontuk le, hogy a kábel-teszteres minta vizsgálatánál talált telítetlen szénhidrogének az olajos iszap egyes komponenseinek a termikus széteséséből származhatnak.

Feltételezhető volt, hogy ez a termikus szétesés, ha az iszap nem kívánatos ballasztanyag-tartalma elég nagy, viszonylag már alacsony hőmérsékleten (180 °C körül) megindulhat. Ügylát-

3. táblázat

Az olajleadás javítására felhasznált anyagok mennyisége a B—IX fűrés 6"-os szakaszán			
		kg/nap	kg/m
Fúrólyuk-átmérő	6		
Mélységszakasz	m 4751—5265,5		
Fűrés idő	nap 134		
A felhasznált olajleadás javítóanyag		70,23	18,30
Mészhidrát		30,02	7,82



Kábelteszterrel vett gázminták, ill. a laboratóriumban melegített iszap és a tiszta olajminták feletti gáztér összetétele

	A gáztér összetétele az iszap felett		A kábelteszteres minták összetétele			A gáztér összetétele tiszta olaj esetén	
	melegítés előtt tf %	6 órás melegítés után tf %	tf %			melegítés előtt tf %	6 órás melegítés után tf %
Oxigén	20,58	7,35	2,25	3,88	—	21	0,96
Nitrogén	79,42	92,65	82,96	81,29	4,14	79	97,73
Széndioxid	0,00	0,00	2,50	2,35	88,94	0,00	1,09
Metán	—	nyomokban	8,28	7,42	1,4	nyomokban	0,22*
Etán	—		1,44	1,90	4,42		
Etén	—	nyomokban	1,09	1,81	0,53		
Propán	—		0,47	0,31	0,35		
Propén	—	nyomokban	0,63	0,74	0,07		
Bután	—		0,09	0,04	0,10		
Butének	—	nyomokban	0,20	0,18	0,01		
Pentán	—		0,01	0,02	0,02		
Pentének	—	nyomokban	0,06	0,03	0,01		
Hexán	—		0,01	0,01	0,01		
Hexének	—		0,01	0,01*	—		
Heptán	—		—	nyomokban	—		
Heptének	—		—	0,01	—		
Oktán	—		—	—	—		
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		

\* Megjegyzés: és nagyobb C-atom-számú telített szénhidrogének

szik tehát, hogy bizonyos iszap kondicionálási proglémákat erre a körülményre lehet vissza-vezetni, mivel az első nehézségek akkor léptek fel, mikor az iszap kis sűrűségű szilárdanyag-tartalma elérte a 14 s<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ot. A kis sűrűségű szilárd fázis részletesebb vizsgálata további érdekes eredményt szolgáltatott. Ezen vizsgálatok során megállapítható volt, hogy az iszap több, mint 4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> organofil montmorillonitot tartalmaz, holott a javítási műveletek során organofil bentonitot sohasem adagoltunk. Ez az organofil montmorillonit tehát csak a nem megfelelő hatásfokú szilárdanyag-eltávolítás miatt visszacirkuláltatott furadékból származhatott. A visszacirkuláltatott furadék a különböző koptató hatások miatt lassan annyira diszpergálódott, hogy „aktív” agyagtartalma az iszapban mindig feleslegben lévő tenzidek számára hozzáférhetővé vált, hatásukra organofilizálódott és beépült az iszapba. Ilyen viszonylag jelentős mennyiségű spontán organofilizálódott montmorillonit ezután már kiválthatta az előzőekben ismertetett kondicionálási nehézségeket, illetve oka lehetett a termikus bomlásra utaló jelenségeknek. A kis sűrűségű szilárdanyagok mellett bizonyos problémákat okozhat még a túl finom barit is, tekintettel nagy fajlagos felületére. Ezzel kapcsolatosan meghatároztuk a nálunk használatos kereskedelmi barit átlagos szemcseméret megoszlását (lásd 5. sz. táblázat).

Ezekre a vizsgálatokra alapozva megállapítható volt, hogy a fúrásnál általunk használt barit általában rendkívül finomra volt örölve. A szemcsék 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-a kisebb volt 12 μm-nél. Az olyan barit, amelyiknek a szemcséi ennyire finomak, közel 2,0 t/m<sup>3</sup>-es sűrűségű iszap esetén, nehezíti az optimális reológiai tulajdonságok beállítását.

5. táblázat

A felhasznált barit szemcseméret megoszlása

μm	%
>55,8	2,20
55,8	6,91
39,5	5,29
32,2	4,82
27,8	6,88
22,7	6,40
16,1	18,60
13,2	14,90
11,4	6,9
10,2	10,10
9,36	5,30
8,11	10,10
7,24	1,6
	100,00

Barit sűrűsége: 3,99 t/m<sup>3</sup>

Összegezve a fúrásnál és a laboratóriumban tett megfigyelések eredményeit, a következőket lehet megállapítani:

Az invert emulziós iszapokat különleges szilárdanyag-eltávolító egységek nélkül általában 3 alkalommal lehet használni anélkül, hogy nagyobb mértékű javításokra lenne szükség. A felhasználások számát anélkül, hogy az iszap nagyobb mértékű feljavítására legyen szükség, még tovább lehet növelni, hogyha lehetőségünk lenne centrifugával történő iszaptisztításra. Ezen a módon nemcsak a felesleges és a tapasztalatok alapján eléggé veszélyes kis sűrűségű szilárd anyagokat lehetne eltávolítani, hanem ki lehetne választani a túl finom baritot is. Ilymódon nemcsak a kondicionálást lehetne megkönnyíteni, hanem a felhasználások száma is növelhető lenne.



Nagy ballasztanyag-tartalom mellett — annak ellenére, hogy ez az iszap típus kiváló hőstabilitásáról ismert — az egyes komponensek termikus szétesése viszonylag alacsony hőmérsékletnél megindulhat. Különösen abban az esetben fordulhat ez elő, ha a szilárd fázis nagyobb mennyiségű spontán organofilizálódott agyagásványt tartalmaz.

A jelenség tisztázására természetesen még további részletes vizsgálatok szükségesek.

Az előzőekben ismertetett tapasztalatokat a következő nagymélységű fúrás, az Inke—I. iszapjának elkészítésénél természetesen már figyelembe vettük. Ennél a fúrásnál 3465 m-ben tértek át az inverttemulziós iszap alkalmazására s a tervek szerint az induló sűrűségnek 1,33

t/m<sup>3</sup>-nek kellett lennie. Az iszap elkészítéséhez két előző fúrás mindössze hét hónapot állt iszapját szállították át. Mivel a centrifugás iszaptisztítást ez esetben még nem tudtuk megvalósítani, kihasználtuk a hét hónapos tárolás alatt bekövetkezett szedimentáció hatását. Az átszállítás előtt ezeket a tározóban lévő már használt, eredetileg 1,70 ill. 1,64 t/m<sup>3</sup> sűrűségű iszapokat nagyon óvatosan keverték össze. Ily módon elkerülhető volt, hogy a kiülepedett szilárdanyagok belekerüljenek a felhasználni kívánt iszapba. Ennek megfelelően a két iszap sűrűsége az átszállításnál 1,70 helyett 1,34 t/m<sup>3</sup>, 1,64 helyett pedig csak 1,33 t/m<sup>3</sup> volt. Összesen 170 m<sup>3</sup> iszapot szállítottak át, amelyet ezután 60 m<sup>3</sup> frissen készített iszappal egészítettek ki, ill. javítottak fel.

6. táblázat

Az Inke—I. fúrásnál felhasznált iszapok jellemzői

		Mszm—1	Vízvár—1	Inke—I*
Sűrűség	t/m <sup>3</sup>	1,340	1,331	1,33
Látszólagos viszk.	mPas	37	36,5	43,5
Differenciális viszk.	mPas	34	33	37,0
Mozgási ell. áll. 10" ut.	Pa	1,20	0,96	1,44
" " 10' ut.	Pa	3,84	3,36	3,84
"n"		0,89	0,87	0,80
"K"	Pas <sup>n</sup>	0,080	0,090	0,172
Y. P.		6	5	6
Olajleadás 150 °C és 35at	ml	4	14 (ebből 4 ml víz)	0
O/V		69/31	64/36	61/39
CaCl <sub>2</sub>	kg/kg	0,2988	0,1739	0,23
Átütési feszültség	V	540	540	240

\* Megjegyzés: kb. 60 m<sup>3</sup> frissen készített iszap hozzáadása után

Az Inke—I. jelzésű nagymélységű fúrás az ily módon elkészített iszappal (l. 6. táblázat) ez ideig minden különösebb kondicionálási nehézség nélkül volt mélyíthető, annak ellenére, hogy sűrűségét időközben 1,92 t/m<sup>3</sup>-re kellett növelni. A lyuk hőmérséklete is elég nagy, hiszen egy informatív szelvényezés során 4659 m-es mélységben kb. 8 órás öblítési szünet után 196 °C-ot mértek. A fúrás mélysége a cikk összeállításának időpontjában 4664 m volt. Ezek az adatok

közvetve szintén azt bizonyítják, hogy az anyag, (ill. furadék)-fázis mennyisége az inverttemulziós iszapoknál is fontos szerepet játszik.

IRODALOM

J. Molnár: Investigation of multiple utilization of oil base muds in boreholes having great depth. 3rd. Adriatic Symposium on oil well drilling. 1977.



# A földtani kutatás területén hasznosítható újítások

Összeállította: Horn János

Az újítómozgalom fejlesztése, az újítások átadás-átvétele, a műszaki fejlesztési célkitűzések elősegítése, elterjesztése érdekében szaklapunk szerkesztősége megkereste a földtani kutatás területén dolgozó vállalatokat, intézeteket, intézményeket, hogy közöljék azokat az újításokat, amelyeket a földtani kutatás területén alkalmazni lehet.

A beérkezett eredményesen hasznosítható újítások jegyzéke:

## **BAUXITKUTATÓ VÁLLALAT**

8221 Balatonalmádi, pf.: 31.

Ügyintéző: Máhl Ferenc (tel.: 38-161)

„Légfék DT—75 típusú traktorra”

(Újítók: Kiss István—Koch József—Hajdú Gyula)

„Az újítók a DT—75 típ. lánc talpas traktort olyan légfékrendszert működtető berendezéssel szerelték fel, ami lehetőséget ad a vontatmány fékezésére.

A berendezés jelentősége, hogy egyenetlen, rossz utakon terepi körülmények közt is biztonságos a közlekedés, ill. vontatás. Élet- és vagyonvédelmi szempontból kiemelt fontosságú.”

„Izotopszonda gyorskapcsoló”

(Újító: Galajda József)

„A javaslat a geofizikai méréseknél alkalmazott nukleáris mérőszondához csatlakozó radioaktív izotópot tartalmazó „szondaoldal” gyors és biztonságos kapcsolását teszi lehetővé.

Az izotópot tartalmazó szondatoldat szét- és összecserélése elkerülhető, így a manipulációs idő csökkentésével a dolgozók sugárterhelése minimálisra csökkenthető.”

„Mentőszerszám NQ és BQ fúrórudazatokhoz”

(Újítók: Galajda József—Rab Tibor)

„Az újítók javaslatukban olyan mechanikus mentőszerszámot terveztek, amely műszer baleseteknél a fúrólyukban maradt fúrószerszám gyors kimentését teszi lehetővé. A mentőszerszám különösen a korszerű, import, köteles gyorsmagszedő fúrócsövek mentésénél használatos, a gyártó cég hasonló célú mentőszerszámot nem szállít.”

## **FÖLDMÉRŐ ÉS TALAJVIZSGÁLÓ VÁLLALAT**

1431 Budapest, pf.: 200.

Ügyintéző: Balogh Károly (tel.: 130-260)

„Mintavevő készülék” — Tulajdonos: FTV (szolg. találm.)

(Feltalálók: Plóderer József—Szikora Sándor)

„A berendezés alkalmas zavart és/vagy zavartalan talajminták vételéhez. A forgató mozgatóval leemélyíthető mintavevő szerszáma, a szerszám házának belsejében mintavevő doboza és a forgató mozgást közvetítő dugattyúja van. A ház külső felületén csigavonalban fúró spirállevél, alsó részén pedig vágófej található. A ké-

szülék jellegzetessége, hogy a mintavevő szerszám dugattyújának szára poligonális keresztmetszetű.

A mintavevő doboz a ház forgó mozgása közben is nyugalmi helyzetben maradón van a mintavevő szerszámba beültetve. A ház felső részén, közte és a dugattyú szára között kapcsolatot létesítő, a dugattyú szárának elmozdulását megengedő zárszerkezete van. A dugattyú szára a zárszerkezettel való csatlakozásra alkalmas két kapcsolati hellyel, egy alsó rögzítő horonnyal és felső rögzítő horonnyal van el látva.”

## **OROSZLÁNYI SZÉNBÁNYÁK**

2841 Oroslány, pf.: 22.

Ügyintéző: Fehérvári János (tel.: Or. 3. 520 m)

„Gyors magmintavevő készülék”

(Újító: Csánk Ferenc)

„A termelési információkat szolgáló geoműszaki kutatás célja a kőzetek „in situ” helyzetét megközelítő adatközlés. A feltáró-előkészítő vágatban a kőzet jöveszthetősége, tartós biztosításának eldöntése a kőzetek földtani — fizikai — műszaki paramétereinek gyors meghatározását igényli. A meghatározáshoz olyan mintanyagot tudunk biztosítani a gyors magmintavevő készülékkel, amely a munkahely tartós leállása nélkül, jelentős munkaelőkészítés nélkül laboratóriumi vizsgálatot tesz lehetővé és viszonylag zavartalan. A készülék gyémánt koronával, 0,5 m-es mintabefogóból és a bányában rendszeresített kézi fúrógép meghajtással működik, szükség esetén lég- és vízőblítéssel. Tet-szés szerinti magmintanyerést biztosít (100 mm — 25 mm között), könnyen mozgatható, 1 fő segédmunkás kezeli. Kőzeteken kívül beton burkolatok mintázására is alkalmas. Első alkalommal a márkushegyi lejtőszakna építésénél használtuk kiváló eredménnyel.”

## **KŐOLAJKUTATÓ VÁLLALAT**

5001 Szolnok, pf.: 85.

Ügyintéző: Balog Ferenc (tel.: 12089—12092)

„Löketszámláló műszer”

(Újító: Tóth Béla)

„A műszer lényege, hogy egy kapcsolószerkezet által szolgáltatott impulzussorozatot két számlálólánc feldolgozza és két digitális kijelző által kijelzi. Az eszköznek egyik fő eleme az érzékelő, mely egyszerű felépítésű és bármely típusú szivattyúra könnyen és gyorsan felszerelhető. Másik része a feldolgozó, amely integrált áramkörös és olyan kialakítású, hogy szerelési, ill. elektromos jellemzők tekintetében szervesen illeszthetők a jelenleg használatos fúrástechnológiai műszerekhez.”

(Folytatás a 44. oldalon)



# Márgák ozmótikus és iontranszport-tulajdonságainak vizsgálata\*

DR. BERLINGER HENRIK—MOLNÁR JENŐ

## BEVEZETÉS

Az utóbbi tíz évben intenzív kutatás indult meg a harántolt kőzetek és az öblítőiszapok között a fúrólyukban lejátszódó folyamatok tanulmányozására. A kutatások során olyan problémák vizsgálata került előtérbe, amelyek megoldása új típusú iszapfajták kifejlesztését eredményezte, illetve a meglévő „márgaproblémák” körét jelentősen leszűkítette. Természetesen korántsem mondhatjuk, hogy sikerült a márgák harántolása során jelentkező összes problémát teljesen kiküszöbölni, de az eddigi eredmények is már nagy lépést jelentenek a témakörben. A laboratóriumi modellkísérletek elsősorban a márgák nedvesedési és ozmótikus viszonyainak tisztázására irányulnak. A problémakör összetettségét mutatja, hogy a vizsgálatok során a következő nehézségekkel kell számolnunk:

- a) a márgák összetétele rendkívül változatos;
- b) nincs lehetőség arra, hogy közetmintát hozunk a felszínre a kőzet eredeti feszültségi állapotának, jellemző tulajdonságainak megváltozása nélkül;
- c) a modellkísérletek kivitelezése lyukviszonyokat utánzó körülmények közt rendkívül költséges.

Az SZKFI nagykanizsai iszaposztályán egyszerű módszert és eszközt fejlesztettünk ki a márgák nedvesedési, ozmótikus és iontranszport tulajdonságainak komplex tanulmányozására, amelynek alapján viszonylag jó közelítéssel lehet következtetni ezen kőzettípus öblítőiszapokkal szembeni viselkedésére (1).

## Márgahidratáció

A fúrólyukak instabillá válását nem egy esetben az átharántolt márgákban lévő agyagásványoknak lehet tulajdonítani. Az agyagásványok a szerkezetüknél fogva képesek a víz felvételére és ozmótikus sajátosságokra. Az agyagásványok a vízfelvétel során duzzadnak, ennek az az eredménye, hogy a c-tengely irányában záróréteggént viselkednek, míg az erre merőleges irányban membrán tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezt a membrán tulajdonságot a márgák egy ideig megtartják, majd a folyamat előrehaladásával elvesztik, és az oldott ionokat is átengedik. A problémát behatóbban tanulmányozva azt láthatjuk azonban, hogy a márgák nem viselkednek ideális szemipermeabilis hártaként. A márgában lévő agyagásványok heterogén elosz-

lásából következik, hogy ozmózis csak az olyan részeken következik be, ahol a jelenlevő agyagásványok ezt lehetővé teszik. Tehát számolnunk kell olyan felületrészekkel is, ahol nem alakul ki ozmózis, így ezen helyeken iontranszport indul meg a koncentráció viszonyoktól függő irányba. Ezt a tényt alátámasztják a méréseink is. Az általunk alkalmazott egyszerű berendezésben, ahol a töményebb elektrolitoldat a márga belsejében lévő furatban helyezkedik el, a külső tér vezetőképesége az átmedvesedés után olyan jelentősen megnő, amely már nem magyarázható a márgákból oldatba kerülő sók hatásával.

A márgahidratációt két jelenség összetevőjeként írhatjuk le:

- a) felületi hidratáció,
- b) ozmótikus hidratáció.

### a) Felületi hidratáció

A felületi hidratálódás az agyag interlamináris kationjainak hidratálódási energiájától és az agyagkristály felületén lévő töltés sűrűségtől függ (2).

A márga felületi hidratálódásában szerepet játszó erők nagyságának a becslése elvégezhető a felszín alatti eltemetődésben szerepet játszó tömörítési erők tekintetbevételével.

A márgára ható effektív tömörítő erőt a

$$\sigma = S - P \quad (1)$$

képlettel (3) lehet leírni, ahol:

$\sigma$  = a szemcse közti feszültség vagy mátrix feszültség;

$S$  = a ráfekvő kőzetrétegek nyomása,

$P$  = a pórusbeli (réteg) folyadék nyomása.

Ugyanakkor bizonyítható, hogy az effektív tömörítési erő egyenlő a mátrix-feszültséggel, amelynek adott esetben egyenlőnek kell lennie a márgában fellépő ún. felületi hidratációs erővel ( $a_w$ )

Tehát felírható, hogy:

$$a_w = S - P$$

Ebből következik, hogy:

- a) minél mélyebben van a márga, annál nagyobb a felületi hidratációs erő,
- b) minél nagyobb a pórusnyomás a márgában, annál kisebb a felületi hidratációs erő.

Meg kell azonban jegyezni, hogy az a) ponttal kapcsolatban egy megszorítást kell alkalmaznunk. Ugyanis, bizonyos körülmények esetén (nagyobb mélység és hőmérséklet stb.) számolnunk kell az agyagásványok átalakulásával is (pl. montmorillonit-illit átmenet).

\*A cikk a 'Petrogeochem' 79 — Leipzig 1979 kongresszuson elhangzott előadás (Untersuchung der Osmotischen und Ionentransport eigenschaften der Mergel) felhasználásával készült.



Abban a pillanatban, amikor a márga a fúrás következtében felszabadul a laterális nyomás alól, a felületi hidratációs erő adszorpciót idéz elő, ha a márga vízzel érintkezik. A víz kezdeti adszorpciója fúrólyuk instabilitást eredményezhet. A felületi hidratáció azonban nem az egyetlen olyan erő, amely befolyásolja a márga vízfelvételét és az emiatt bekövetkező expanziót. Ebben szerepet játszik az ozmótikus hidratáció is.

#### b) Ozmótikus hidratáció

Az ozmózis, az oldószer áramlása a kevésbé koncentrált oldatból a koncentráltabb oldatba, egy olyan membránon keresztül, amely az oldószerre áteresztő, de az oldott anyagra nem.

A márga adott esetben ilyen szemipermeabilis réteggént viselkedhet. Ez a viselkedés lehetővé teszi a víz mozgását, de gátolja az oldott ionok áramlását (4). A márga fúrásakor, amennyiben az öblítőfolyadék ionkoncentrációja kisebb, mint a márgában lévő vízé, ozmótikus hidratációs erő keletkezik.

A márga vizes közegű folyadékkal való fúrásakor mind felületi, mind ozmótikus hidratáció fellép. Ün. „édesvízü” öblítőfolyadék esetén mind a két erő a márga hidratációjának és expanziójának irányába hat. Erősen sós öblítőfolyadék esetén az ozmózis dehidratáció létrejöttét segíti elő.

A vizsgálatok azonban azt mutatják, hogy az ozmótikus dehidratáció nem akadályozza meg a felületi hidratációt. Hasznos lenne, ha az ozmótikus erőt elfogadhatóan megbecsülhetnénk és a becsült felületi hidratációs erőkhöz viszonyíthatnánk. Sajnos, ilyen meghatározások pontosan nem végezhetők el. A márga ugyanis nem

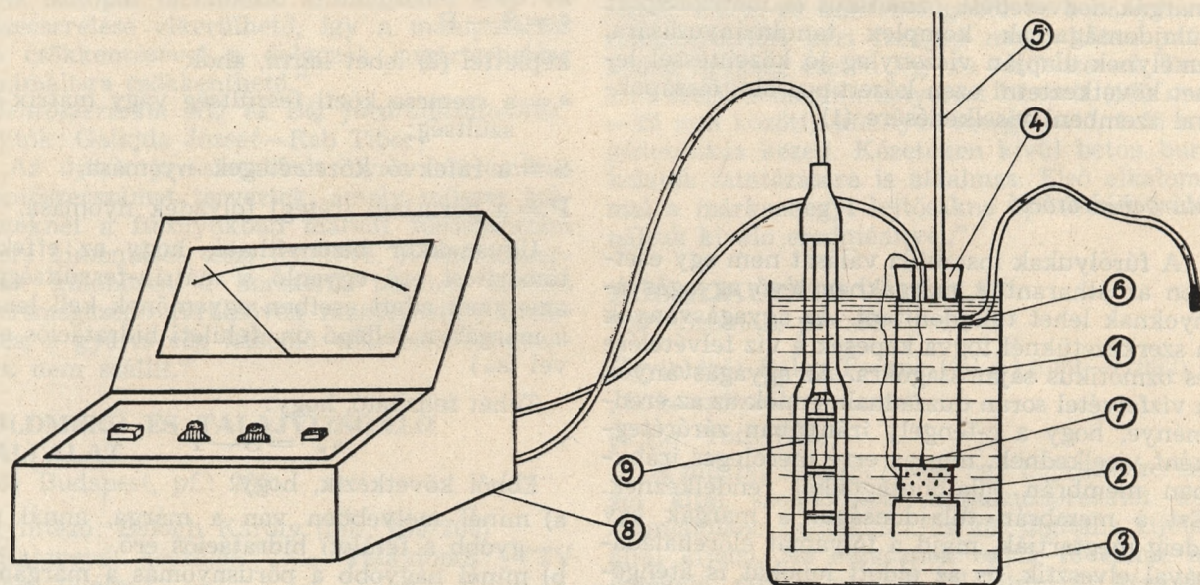
viselkedik ideális szemipermeabilis hártaként a bevezetőben már említett okok miatt. Ehelyett olyan ionkoncentráció gradiens keletkezik, amely úgy tűnik, az ozmótikus hidratációt viszonylag kis nagyságrendre korlátozza. Mivel elméletileg bizonyítható, hogy a 600 m-nél mélyebben fekvő normál tömörödésű márgáknál a felületi hidratációs erő meghaladja az ozmótikus dehidratációt (2, 3, 5), ezért még a nagy só-tartalmú öblítőfolyadékok esetén is várható, hogy dehidratáció helyett vízfelvétel következik be.

#### A nedvesedési és ozmótikus folyamatok tanulmányozása

A márgák nedvesedési és ozmótikus tulajdonságaival kapcsolatos vizsgálatokat 5 évvel ezelőtt kezdtük el. Rövid idő alatt sikerült egy viszonylag egyszerű módszert és eszközt kifejlesztenünk, s a vizsgálatok gyakorlatilag most már rutinjelleggel folynak. Az irodalomban közölt munkákban (5, 6) a vizsgálatokhoz használt próbatestek ün. rekombinált minták voltak. Ezen modellekkel szemben, mi természetes magból képezzük ki a vizsgálatokhoz szükséges próbatesteket. Ennek előnye, hogy a márga eredeti szerkezetét nem bontjuk meg, így a kapott eredményekből realitásabb következtetéseket vonhatunk le. Ezek eredményeit elvileg közvetlenül fel lehet használni az üzemi gyakorlatban. A vizsgálatok céljaira kialakított készüléket az 1. ábra mutatja be. A márga mintákon a következő folyamatokat tanulmányoztuk:

átnedvesedés,

ozmózis és iontranszport-folyamatok.



1. ábra Vizsgálati készülék (1)

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1. Plexi cső   | 5. Szintjelző    |
| 2. Marga minta | 6. Feltöltő cső  |
| 3. Üvegedény   | 7. Elektroda     |
| 4. Tömítés     | 8. Konduktóméter |
|                | 9. Mérélektroda  |



A vízzel, vagy vizes elektrolit oldattal érintkező mintában először az ún. „átnedvesedés” folyamata indul meg. Ez a folyamat a vizsgált közet vezetőképességének mérésével jól nyomonkövethető. A márgának száraz állapotban nagy az ellenállása, tehát kicsi a vezetőképessége. Ezért nem közvetlenül a márga vezetőképességét mérjük, mert ez kissé nehézkes lenne, hanem egy eredő vezetőképességi értéket, amelynek meghatározására az alábbi matematikai összefüggés írható fel:

$$K_e = \frac{1}{R_v + R_m + R_o} \quad (2)$$

ahol

$K_e$  — az eredő vezetőképesség értéke,

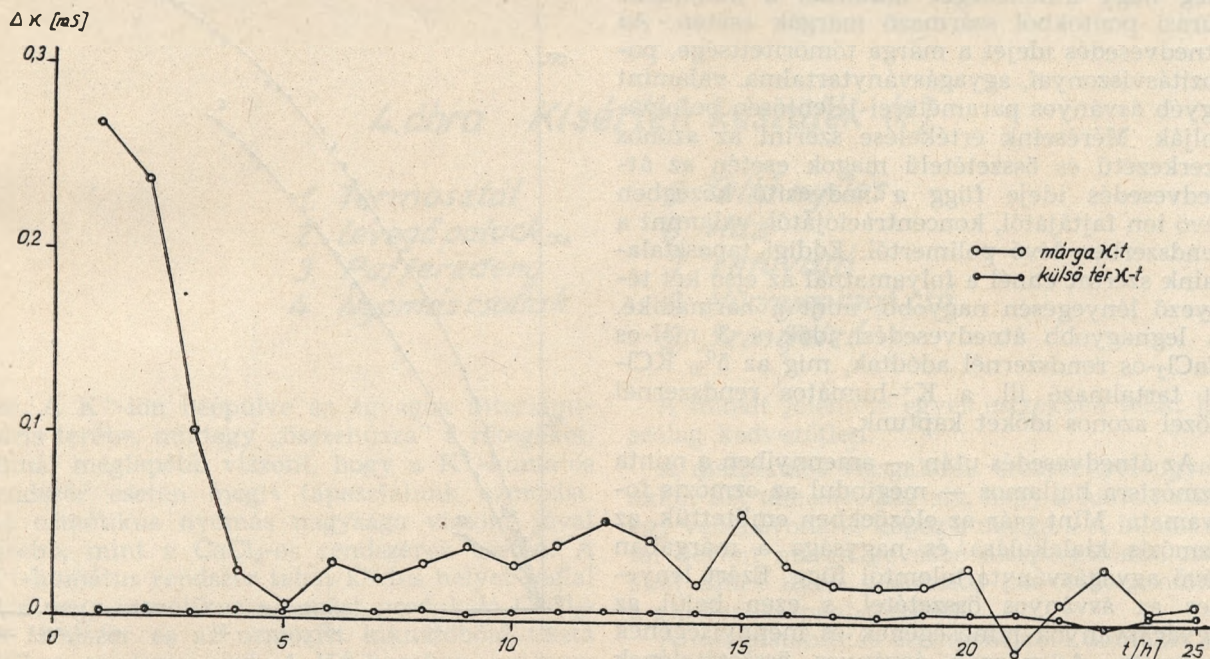
$R_v$  — a márga külső felülete és a külső elektród felülete közti oldat ellenállása,

$R_m$  — a márga ellenállása,

$R_o$  — a márga belső felülete és a belső elektród felülete közti elektrolit ellenállása.

Ahogy a márgában a vízfront előrehalad, úgy csökken az ellenállása, tehát a vezetőképessége

nő. Amikor teljes az átnedvesedés, beindul az ozmózis, oldószer kerül az 1. ábra szerinti belső térbe és felhígítja az ott lévő tömény elektrolit-oldatot. Ez a vezetőképességi értékek csökkenéséhez vezet. Mivel a (2) egyenletben szereplő első két tag változása elhanyagolható a harmadik változásához képest, úgy a márga teljes átnedvesedése ahhoz az értékhez rendelhető, ahol megindul a vezetőképességi értékek csökkenése. Grafikus ábrázolásban a vezetőképességi értékek különbségét ( $\Delta K$ ) véve az idő ( $t$ ) függvényében, jól megfogható az átnedvesedés ideje. Ily módon lényegében egy ún. átnedvesedési sebesség függvényt kapunk (2. ábra). A vezetőképességi értékek csökkenése azonban csak átmeneti, mert a csökkenő szakasz után újra emelkedő szakasz következik. Ennek az a magyarázata, hogy a belső térben diffúziós áramlás indul meg, amely az egész térfogatra kiterjed. A diffúzió következtében a mérőterben lévő oldószer-molekulák oldott ionokra cserélődnek ki, a vezetőképességi értékek újra növekedni kezdenek. Az ezután mért vezetőképességi értékeket a diffúzió és az oldószer beáramlásának viszonya határozza meg. A márgában a vízfront előrehaladási sebessége a kezdeti szakaszban gyors, majd fokozatosan lelassul. Az egész folyamat közel exponenciális lefutású.



2. ábra Márga-minta „átnedvesedésének” vizsgálata vezetőképesség mérése alapján

### Ozmózis és iontranszport

Miután átnedvesedett a márga, megindul az ozmózis folyamata. Az ozmózis létrejötte a márgában lévő agyagásványoknak tulajdonítható. Az ozmózis mértéke függ:

- a márgában lévő agyagásványoktól,
- a márga eredeti szerkezetétől,
- a minta előkészítésétől.

Hibátlanul előkészített (pl. repedéseket nem tartalmazó) minta esetén a kialakuló ozmótikus

nyomás elég nagy lehet, és maga a folyamat hosszan elhúzódhat.

Az ozmózis és az iontranszport egymás ellen dolgozó folyamatok. Az ozmózis kialakulása attól függ, hogy a két folyamat közül melyik a domináns. A márgában lévő agyagásvány-tartalom az ozmózis kifejlődését teszi lehetővé, azonban túlzottan heterogén eloszlása, vagy a minta kialakítása során bevitt ill. eredetileg meglévő repedések ellene dolgoznak. Az idő haladásával a márgaréteg elveszti szemipermeabilis tulaj-



donságát, s ez az ozmózis megszűnéséhez vezet. A próbatetek kialakításánál, beragasztásánál nagyon gondosan kell eljárni, mivel helytelen minta előkészítése esetén a márga duzzadásánál létrejövő nagy hidratációs feszültség a tömitést szolgáló ragasztást szétnyomja, s ezzel a vizsgálatot tönkreteszi.

### Mérési eredmények és értékelésük

A mérés során egyrészt a minta (márga) vezetőképességi értékeit, illetve azok változásait, másrészt a külső tér (ld. 1. ábrát) vezetőképességi értékeit regisztráljuk, valamint a mérőcsőben a naponkénti folyadékszint-változást, amely az ozmózis mértékére jellemző érték. A próbatetek kialakításánál arra törekedtünk, hogy egyazon mélységből legalább 4 használható mintánk legyen. Eddigi méréseinket oly módon végeztük, hogy a mintánál a belső térben 3 mól-os  $\text{CaCl}_2$ , 5%-os KCl oldat, illetve  $\text{K}^+$ -humátos iszap szüredéke (5% KCl + 7% K-humát) volt, míg a külső térben desztillált víz. A módszer természetesen bármilyen koncentrációviszonyok, ill. elektrolitoldat mellett alkalmazható.

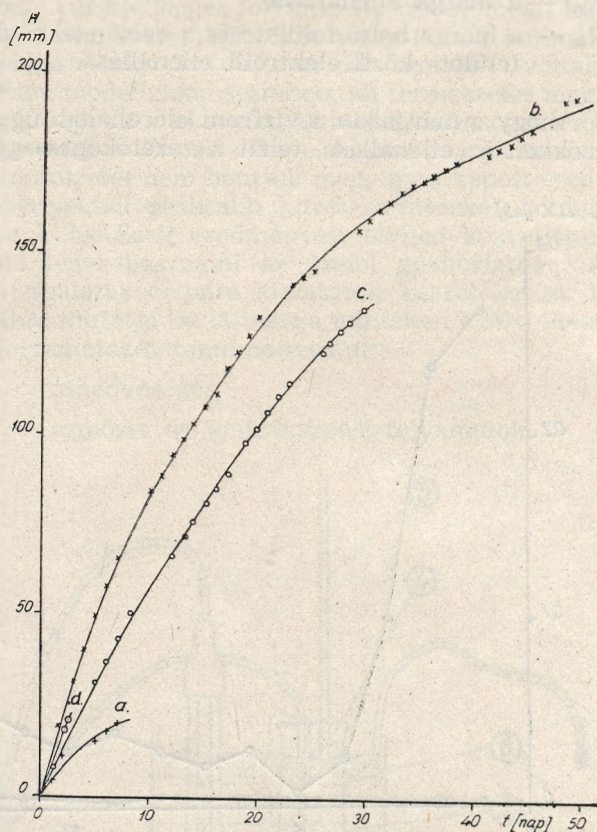
Vizsgálataink nagyrésznél a nedvesedési idők elég nagy különbséget mutattak a különböző fűrási pontokból származó márgák esetén. Az átnedvesedés idejét a márga tömörítettsége, porozítáviszonyai, agyagásványtartalma, valamint egyéb ásványos paraméterei jelentősen befolyásolják. Méréseink értékelése szerint az azonos szerkezetű és összetételű magok esetén az átnedvesedés ideje függ a nedvesítő közegben lévő ion fajtájától, koncentrációjától, valamint a rendszerben lévő polimertől. Eddigi tapasztalataink szerint ennél a folyamatnál az első két tényező lényegesen nagyobb, mint a harmadiké. A legnagyobb átnedvesedési idők a 3 mól-os  $\text{CaCl}_2$ -os rendszernél adódtak, míg az 5% KCl-t tartalmazó ill. a  $\text{K}^+$ -humátos rendszernél közel azonos időket kaptunk.

Az átnedvesedés után — amennyiben a minta ozmózisra hajlamos — megindul az ozmózis folyamata. Mint már az előzőekben említettük, az ozmózis kialakulása és nagysága a márgában lévő agyagásványtartalomtól függ. Ezért lényeges az ásványos összetétel, s ezen belül az agyagásványok minőségének és mennyiségének ismerete. A márgák ásványos összetételének meghatározását ezideig röntgen diffraktometriás elemzéssel végeztük. Ezen félkvantitatív eredmények alapján bizonyos következtetéseket vonhatunk le az ozmótikus folyamatok és a márgában lévő agyagásványok kapcsolatát illetően. Az eddigi vizsgálatok eredményei alapján ( $\text{CaCl}_2$ -os rendszer esetén) az alábbi határesetek ill. márgacsoportok különböztethetők meg:

- a) csoport: kicsi az agyagásvány-tartalom (a kristályos fázisra vonatkoztatva 3%-alatt). Ezen csoportba sorolt márgáknál nem, vagy csak kis mértékben alakul ki ozmózis, illetve a kialakuló folyamatot az iontranszport túlkompenzálja;
- b) csoport: nagy az agyagásvány-tartalom, en-

nek megfelelően jelentős a kialakuló ozmózis nyomás nagysága is;

- c) csoport: viszonylag kisebb agyagásvány-tartalom mellett is jelentős nagyságú ozmózisnyomás tapasztalható. Ezen márgák mindegyikénél nagy röntgen-amorf tartalmat mértünk. A jelentős nagyságú ozmózis minden valószínűség szerint azzal magyarázható, hogy a röntgenesen meghatározott kis agyagásvány-tartalom csak a kristályos-fázisra vonatkozik. A röntgen amorf-fázisban lévő rész összetétele ismeretlen, s ebben sok agyagásvány is lehet;
- d) csoport: nagy agyagásvány-tartalom mellett is kis ozmótikus nyomást mértünk. Ez valószínűleg a minta meghibásodására vezethető vissza. A viszonylagosan gyorsan induló ozmótikus folyamat következtében a márgában létrejött nagy nyomás hatására repedés alakulhat ki. A kialakuló repedés miatt 1—2 nap után az ozmózis folyamata megszűnik.



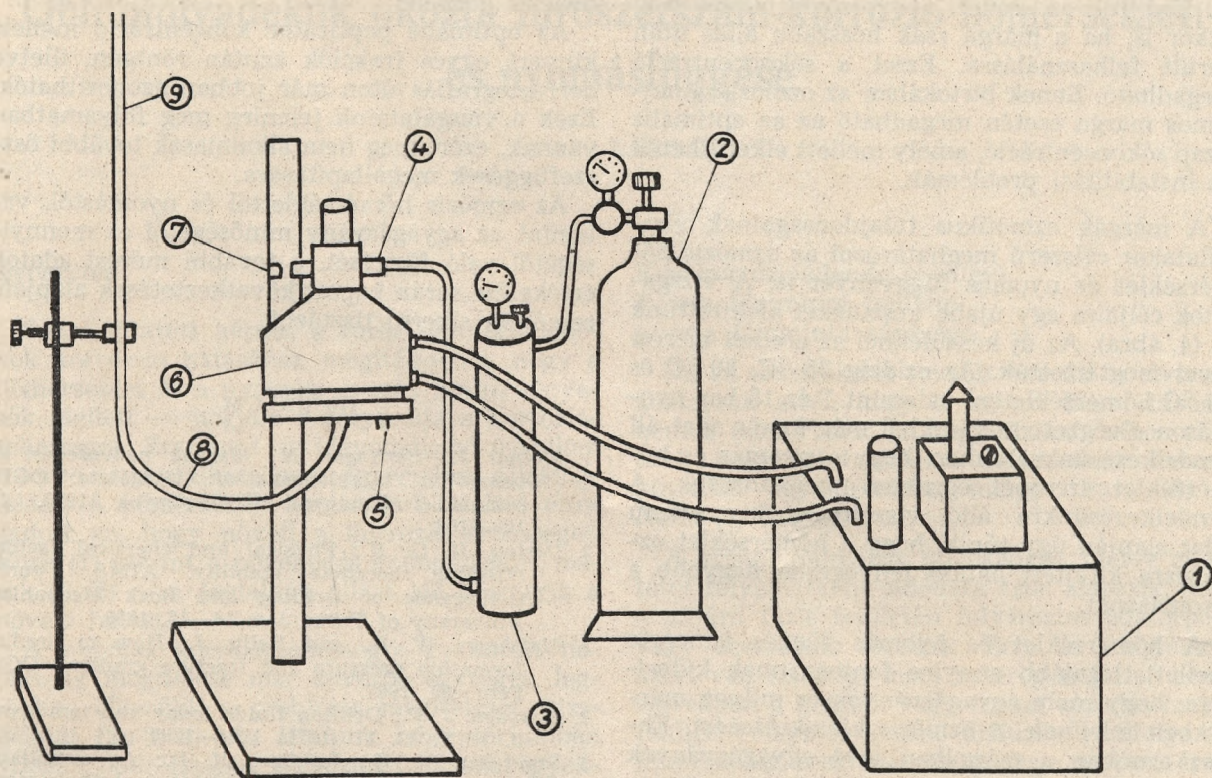
3. ábra Az ozmózis nyomás alakulása különböző márgatípusok esetén

A különböző márgatípusokon az ozmózis nyomás alakulását a 3. ábra szemlélteti.

A nedvesítő közegben lévő különböző ionok hatását vizsgálva az ozmózis szempontjából azt tapasztaltuk, hogy a legnagyobb ozmótikus nyomás a  $\text{CaCl}_2$  tartalmú rendszereknél alakulhat ki.

A KCl-os rendszer esetén *semmilyen esetben sem alakult ki ozmózis*. Ezzel szemben a  $\text{K}^+$ -humátos rendszernél az ozmózis egy ún. „lappangási idő” után alakul csak ki. Az a tény, hogy a KCl-os rendszernél nem alakul ki ozmózis, a  $\text{K}^+$ -ion specifikus hatásával függ össz-





4. ábra Kisérleti készülék (II.)

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| 1. Termosztát      | 5. Töltő nyílás      |
| 2. Levegőpalack    | 6. Ház               |
| 3. Pufferedény     | 7. Lefuvaló          |
| 4. Nyomás csatlak. | 8. Műanyagcsatl. cső |
|                    | 9. Szintjelző        |

sze. A  $K^+$ -ion beépülve az agyagok interlamináris terébe, mintegy „összehúzza” a rétegeket. Annál meglepőbb viszont, hogy a  $K^+$ -humátos rendszer esetén mégis tapasztalunk ozmózist. Az ozmótikus nyomás nagysága viszont jóval kisebb, mint a  $CaCl_2$ -os rendszerek esetén. A  $K^+$ -humátus rendszer tehát köztes helyet foglal el a nagy ozmótikus nyomást produkáló  $CaCl_2$ -os rendszer és az ozmózist kiküszöbölő tiszta  $KCl$ -os rendszer közt. A  $K^+$ -humátus rendszer esetén még további különbség az is, hogy megfigyeléseink szerint a nedvesedésnél a  $K^+$ -ion hatása a domináló, az ozmózis kialakulásánál viszont a viszonylag nagy molsúlyú huminsav-ion játszhat szerepet.

Ezt az is bizonyítani látszik, hogyha ilyen rendszerben az átnedvesedés után a mérést még hosszabb ideig folytatjuk, néhány nap után beindul az ozmózis. Ez a megfigyelés jól egyezik azon irodalmi utalásokkal, miszerint bizonyos típusú márgáknál a káliumhumátus rendszerek az instabillá válást nem szüntethetik meg teljesen, csak kialakulását elodázzák, ezzel időt adva a veszélyes rétegek bélésű mögé helyezésére.

A humát jelenléte egyes esetekben tehát látványlag kedvezőtlen.

A diszperziós vizsgálatok eredményei ugyanakkor azt támasztották alá, hogy a humát mintegy védőbevonatot képez a márgán. A humát által bevont márga kevésbé diszpergálódik, mint ahol nincs ilyen védőhatás (az összehasonlítás a gipszes iszappal történt).

A márgastabilitás szempontjából döntő az ozmózis iránya, amely a márga, illetve az iszap sókoncentrációjának függvénye, s amelynek létrejöttében az említett módon, a humáttartalom is szerepet játszhat. Minden esetben az a cél, hogy dehidratáljuk a márgát, s ehhez az iszap sókoncentrációját a márga — ill. a márgában lévő víz — sókoncentrációjánál nagyobb értékre kell beállítani. Ehhez viszont a márga vízének sókoncentrációját is ismernünk kell. A márgák oldható sótartalmát kiextrahálással határoztuk meg.

Az eredeti nedvességtartalomra a kőzetmagok belsejéből kifúrt részek nedvességtartalmának meghatározása alapján következtettünk. Mivel a márgák permeabilitása és porozitása nagyon ki-



csi, az így kapott értékekről feltételezhető, hogy jól közelítik az eredeti nedvességtartalmat még akkor is, ha a márga csak hosszabb állás után került felhasználásra. Ezzel a sókoncentráció megadható. Ennek birtokában az ozmózisra hajlamos márga esetén megadható az az optimális iszap sókoncentráció, amely mellett elkerülhetők az instabilitási problémák.

A márgák ozmótikus tulajdonságainak vizsgálatakor célszerű meghatározni az ozmózis hőmérséklet és nyomás függvényét is. A vizsgálatok céljaira egy újabb készüléket alakítottunk ki (4. ábra). Az új készüléknél az eredeti mérési elvet megtartottuk. Az ezideig 25 °C, 50 °C és 75 °C hőmérsékleten, valamint 1 és 15 bar nyomáson elvégzett mérésekből még kevés adat áll rendelkezésünkre ahhoz, hogy a nyomás és hőmérséklet szerepét egzaktan megadhassuk. A rendelkezésünkre álló viszonylag kis számú adat alapján úgy tűnik, hogy a hőmérséklet ozmózisra kifejtett hatása lényegesen nagyobb a nyomásénál.

A hőmérséklet és nyomás függés ismerete mellett, legalább ennyire fontos annak kiderítése, hogy mely agyagásványok és milyen mértékben felelősek az ozmózis kialakulásáért. Ehhez azonban a márgában lévő agyagásványok pontos minőségi és mennyiségi azonosítása szükséges (a röntgenadatok önmagukban ehhez nem elegendőek). A minőségi és mennyiségi azonosításhoz az agyagásványokat külön kell választani a márga többi komponensétől. Az agyagásvány-tartalom optimális kinyerése érde-

kében először meg kell határozni a márgák peptizációs görbéit.

Az optimális peptizátor koncentráció mellett kinyert egyes frakciók azután röntgen, illetve derivatográfias úton már jobban azonosíthatók. Ezek a vizsgálataink jelenleg még folyamatban vannak, ezért még nem alkalmasak további összefüggések megállapítására.

Az ozmózis hőmérséklettől és nyomástól, valamint az agyagásvány minőségétől és mennyiségétől való függését, a további mérési adatok értékelése során kapott következtetések alapján, reméljük sikerül tisztázni.

## IRODALOM

1. Molnár J.,—Berlinger, H.: Márgák nedvesedési és ozmótikus tulajdonságainak vizsgálata. OGIL Műszaki-Tudományos Közlemények 1977. 13 100—108.
2. Darley, H. G. H.: Physical and chemical factors effecting borehole stability. AIME, Fourth Conference of Drilling and Rock Mechanics, University of Texas Jan. 14—15. 1969.
3. Matthews, W. R., and Kelly, J.: How to predict formation pressure and fracture gradient. OGJ., Febr. 20. 1967.
4. Simpson, J. P.: Drilling fluids today and tomorrow J. P. T. 23. 11 (1971) 1294—1298 p.
5. Szeid-Rza M. K., Fataliev, M. D.: Az ozmótikus folyamatok vizsgálata, a kútfal épségének megőrzése szempontjából. Azerbajdzsanskoe Neftjanoe Hozajszvo 1974. 2. 14—17.
6. Clark, R. K., Scheuerman, R. F., Rath, A., Var Laar, A. G.: Polyakrylamide (Potassium-Chloride Mud for Drilling Water-Sensitive Shales. J.P.T. 1976. june.



# Öblítőfolyadékok okozta fúrószerszám-korrózió hőmérsékleti és nyomásfüggése

PAPP LÁSZLÓ

## Bevezetés

Sokat vitatott kérdés a fúrási öblítőfolyadékok korróziós hatásának megítélésénél, hogy a hőmérséklet és a nyomás — más fontos tényezők mellett — hogyan befolyásolja a korróziósebességet. Erre utal az idevonatkozó irodalom e téren tapasztalható nem egyértelmű állásfoglalása. A hőmérséklet hatásánál általában elfogadott az, hogy növeli a korrózió sebességet. Bush (1) szerint a növekedés exponenciális, mások (2, 3) nem foglalnak állást, de elismerik a növelő hatást.

A nyomás korróziósebességre gyakorolt hatásának megítélése már kevésbé egységes, legtöbbször elkerülik a probléma megítélését, vizsgálatát (2, 3, 4). Az általunk laboratóriumban vizsgált öblítőiszapok korróziós hatásánál igyekszünk a nyomás és a hőmérséklet szerepét kimutatni.

## A korróziósebesség kvantitatív kezelése

A korróziósebesség reakciókinetikai megítélésénél több szerző (2, 5) túl bonyolultnak tartja ezt az összetett elektrokémiai folyamatot arra, hogy egyértelmű reakciókinetikai összefüggésekkel le lehetne írni.

A korróziót előidéző és befolyásoló tényezők száma valóban rendkívül nagy. Kezdvé a fémek anyagai szennyeződéseitől, kohászati, gépészeti technológiák okozta problémáktól a fúrási igénybevételig számos tényező, az öblítőfolyadék-összetétel számos adaléka és bomlásterméke játszik szerepet a tárgyban szereplő korrózió előidézésében.

Némi absztrakcióval azonban belátható, hogy a kémiai szennyeződések okozta galvánelemek működése a fémekben, a katalizált elektrokémiai folyamatok, a kémiai oldódás tulajdonképpen egy folyamat inhomogén megnyilvánulása, ahol a szilárd fázis lassan oldatba megy, de az oldódás sok szempontból nem egyenletes a felületen.

Ha a korróziósebesség kicsi, a vizsgálati idő pedig rövid, akkor a jól definiált fémminta felülete állandónak tekinthető. Ebben az esetben a fémfelületről eltávozott anyag mennyisége az idő függvényében a következő módon írható le, ha állandó a korróziós közeg összetétele, a hőmérséklet és a nyomás:

$$I. \quad -\frac{dm}{dt} = KF\varrho$$

ahol

$m$  = a korrodeálódó anyag tömege

$t$  = folyó idő

$K$  = korrózióállandó (mm/év)

$F$  = a fémminta felülete

$\varrho$  = a fémminta sűrűsége

Ha az absztrakciót tovább visszük és elvonatkoztatunk attól, hogy a szilárd fázis oldódása kémiai (elektrokémiai) vagy fizikai, akkor eljutunk a kristályhalmazok oldódásának heterokinetikai egyenleteihez, melyet Imre (6) és Nerst (7) dolgozott ki.

A kristályhalmazok növekedése, illetve ellenőrzéses folyamatként oldódása azon alapszik, hogy a szilárd fázis felületén folyamatos adszorpció, vagy deszorpció történik. Erre az adaptációra azért van szükség, mert heterogén fázisú rendszerekben a kémiai, vagy fizikai oldódás csak a felületi rétegben történő diffúziós részfolyamat kinetikailag meghatározó szerepe mellett érvényesülhet. Nerst szerint (7) az ilyen heterokinetikai rendszerekben a leglassabb részfolyamat a szilárd falhoz tapadó  $\Delta l$  vastagságú adhézios folyadékrétegben történő sebességmeghatározó diffúzió, amely  $D$  diffúzióállandóval jellemezhető.

$$II. \quad -\frac{dm}{dt} = \frac{DF}{\Delta l V} \cdot m$$

Vagyis a felületről eltávozott anyag mennyisége végtelen kicsi idő alatt egyenesen arányos a diffúzióállandóval ( $D$ ), a felülettel ( $F$ ) és az oldódó (korrodeálódó) anyag tömegével ( $m$ ), illetve fordítottan arányos az adhézios folyadékréteg vastagságával ( $\Delta l$ ) és a heterogén-rendszer térfogatával ( $V$ ).

Az egyenletből az is következik, hogy az ilyen heterogén folyamatok kinetikailag elsőrendűek, hiszen ha összevetjük a klasszikus 1. rendű folyamat egyenletével, egyértelmű a hasonlóság.

$$III. \quad -\frac{dc}{dt} = kc$$

ahol

$c$  = koncentráció

$k$  = sebességi állandó

Ha

$$c = \frac{m}{V}$$

ahol

$m$  = oldott anyag tömege

$V$  = oldattérfogat, és csak az oldott anyag tömegét figyeljük:

$$IV. \quad -\frac{dm}{dt} = km$$



Ha a II. és IV. egyenletet összevetjük, látható, hogy:

$$k = \frac{DF}{\Delta l \cdot V}$$

Vagyis a sebességi állandó heterokinetikai rendszereknél tartalmazza a felületi diffúziós sajátosságokat, állandókat.

Az I. és II. egyenlet összevetéséből látható, hogy a korrózióállandó tartalmában benne vannak a diffúziós sajátosságok.

$$K_Q = \frac{D}{\Delta l \cdot V}$$

#### Korrózió hőmérsékleti függése

Az I. és IV. egyenletek integrált alakjának összevetéséből kapott tanulság pedig az, hogy  $k$  sebességi állandó arányos a  $K$  korrózió állandóval, emiatt az Arrheniusz egyenlethez hasonlóan exponenciális a korrózióállandó hőmérsékleti változása.

I.

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = KF_Q$$

ahol

$$\Delta m = m_o - m_t$$

$m_o$  = fém. kiind. tömege

IV.

$$k = \frac{l_n \frac{m_o}{m_t}}{\Delta t} \longrightarrow \Delta t = \frac{l_n \frac{m_o}{m_t}}{k}$$

I.—IV.:

$$\frac{(m_o - m_t) \cdot k}{l_n \frac{m_o}{m_t}} = KF_Q \longrightarrow k = KF_Q \cdot \frac{l_n \frac{m_o}{m_t}}{m_o - m_t}$$

Az Arrheniuszi egyenlet linearizált alakja a következő:

$$l_n k = l_n A - \frac{E_a}{RT}$$

ahol

$A$  = akciókonstans

$E_a$  = aktiválási energia

$R$  = egyetemes gázállandó

$T$  = absz. hőmérséklet

Ha a korróziós folyamatra ható inhibitor és promotor hatásokat vizsgáljuk, akkor célszerű a sebességi állandó hőmérsékleti függéséből számított aktiválási energia abszolút értékeinek változását figyelembe venni.

A leírt kinetikai összefüggések sav—fém, lúg—fém, sav—só és tetszés szerinti korróziós rendszerekre érvényesek.

#### A korrózió nyomásfüggése

Gázképződéssel járó korróziós folyamatoknál érthető, hogy a nyomás növekedése igyekszik

visszaszorítani a reakciót. Az öblítőiszapok korrózió hatását Bush (1) szerint az iszap oldott oxigéntartalma, az iszapadalékok bomlásából és a rétegtartalomtól származó  $H_2S$  és  $CO_2$  okozza.

A nyomás növekedése visszaszoríthatja az öblítőiszap bomlási, gázképződési folyamatait. Nagy hidrosztatikai nyomás a fúrólyukban megakadályozza a rétegtartalom beáramlását.

Feltevésünk az is, hogy a fémfelületre nehezedő nagy hidrosztatikai nyomás csökkenti a felületi diffúziót az adhéziós rétegben, függetlenül attól, hogy a korrózió gázképződéssel vagy gázelnyelődéssel jár a szilárd-folyadék heterogén rendszerben.

A korróziósebesség nyomásfüggése a következő:

$$\frac{\delta \left( -\frac{\delta m}{\delta t} \right)}{\delta p} = \frac{KF_Q}{p} \quad p = \text{nyomás}$$

Miután a nyomás nem függvénye az időnek és fordítva, az egyenlet szeparálható:

$$-\frac{dm}{dt} \cdot \frac{1}{KF_Q} = \frac{dp}{p}$$

Integrálás után:

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot \frac{1}{KF_Q} = c \cdot l_n p \quad c = \text{konstans}$$

Az idő függvényében  $p$  nem változott.

Állandó hőmérséklet esetén a rendszer minden pontján azonos a korróziósebesség  $\left( \frac{\Delta m}{\Delta t} \right)$  adott felületű és sűrűségű korrodeálódó anyag esetén.

Azonban a korrózióállandó a hidrosztatikai nyomás változására reagál:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{l_n p_1}{l_n p_2}$$

$K_1$  = korr. áll.  $p_1$  nyomású helyen

$K_2$  = korr. áll.  $p_2$  nyomású helyen

Hogy a nevező ne lehessen a nulla, a következő korrekciót végezzük:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{l_n (1,718 + p_1)}{l_n (1,718 + p_2)}$$

#### Laboratóriumi eredmények

A vizsgálatokat Fann konzisztométer és Baroid Roller Owen forgó autókláv segítségével végeztük.

A fúrócsőacél mintadarabokat „D” és „E” fokozatú csövekből végtük ki, úgy, hogy felületüket fényesre políroztuk, ezáltal felületük jól definiálható, mérhető lett.

A vizsgálatokat  $1500 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű gipszes-emulziós öblítőfolyadék segítségével végeztük el, melynek összetétele:

2,2 kg  $1100 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű agyagiszap

0,006 kg NaOH

0,025 kg VISCOSOL Au—11 diszpergálószer



0,050 kg gipsz  
0,030 kg CMC—Na  
1,2 kg barit  
0,075 kg gázolaj

A korrózió hőmérsékleti függését Baroid Roller Owen forgó autóklávban végeztük és a következő eredményeket kaptuk 5 bar nyomáson:

1. táblázat

Hőmérséklet (°C)	Korrózióállandó (mm/év)			
	„E” acél		„D” acél	
	számított	mért	számított	mért
20	0,026	0,031	0,026	0,030
30	0,035	0,037	0,036	0,039
40	0,046	0,045	0,048	0,045
50	0,061	0,070	0,063	0,063
60	0,077	0,074	0,082	0,085
70	0,097	0,099	0,104	0,101
80	0,120	0,121	0,132	0,139
90	0,148	0,148	0,163	0,171
100	0,179	0,183	0,200	0,201
110	0,215	0,206	0,243	0,231
120	0,256	0,266	0,292	0,296
130	0,302	0,301	0,347	0,351
140	0,353	0,348	0,410	0,402
150	0,410	0,421	0,481	0,483
160	0,473	0,477	0,559	0,560
170	0,542	0,544	0,646	0,629
180	0,617	0,628	0,741	0,760
190	0,699	0,735	0,846	0,849
200	0,788	0,809	0,960	0,987

Az 1. táblázatban a számított értékeket úgy állítottuk elő, hogy 25, 120, 150 és 170 °C-on megmértük a korróziót és a linearizált Arrheniusz-féle egyenlet segítségével kiszámoltuk 10 °C-onként a korrózióállandókat. A mért eredményeket ténylegesen megmértük. Az számított és mért adatok jó egyezése alapján a korrózió elméleti hőmérsékleti függése elfogadhatónak minősül.

A korrózióállandó nyomásfüggését a 2. táblázatban foglaltuk össze. A méréseket Fann konzisztométerben végeztük „D” és „E” fokozatú fúrócsőacél-mintákkal, ügyelve arra, hogy a hőokoza nyomásnövekedést a felmelegedés után csökkentve állandó nyomásértéket tart-sunk.

A vizsgálati hőmérséklet 120 °C volt.

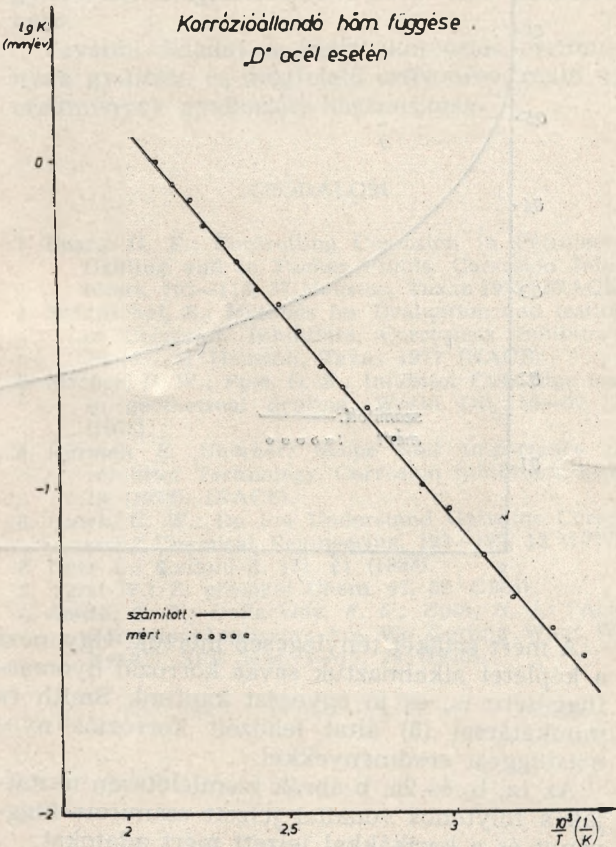
2. táblázat

Nyomás (bar)	Korrózióállandó (mm/év)			
	„E” acél		„D” acél	
	számított	mért	számított	mért
1	0,488	0,488	0,556	0,556
68,95	0,109	0,113	0,125	0,127
137,89	0,098	0,100	0,113	0,112
206,84	0,091	0,090	0,104	0,108
275,79	0,087	0,083	0,099	0,103
344,73	0,083	0,083	0,095	0,092
413,68	0,081	0,084	0,092	0,093
482,63	0,079	0,080	0,090	0,093
551,58	0,077	0,075	0,088	0,086
620,52	0,076	0,077	0,086	0,087
689,47	0,075	0,073	0,085	0,084

A 2. táblázat számított adatait úgy kaptuk, hogy az 1 bar nyomáson ténylegesen megmért korrózióállandó értékét rendre osztottuk a constans + nyomásértékek természetes logaritmusával.

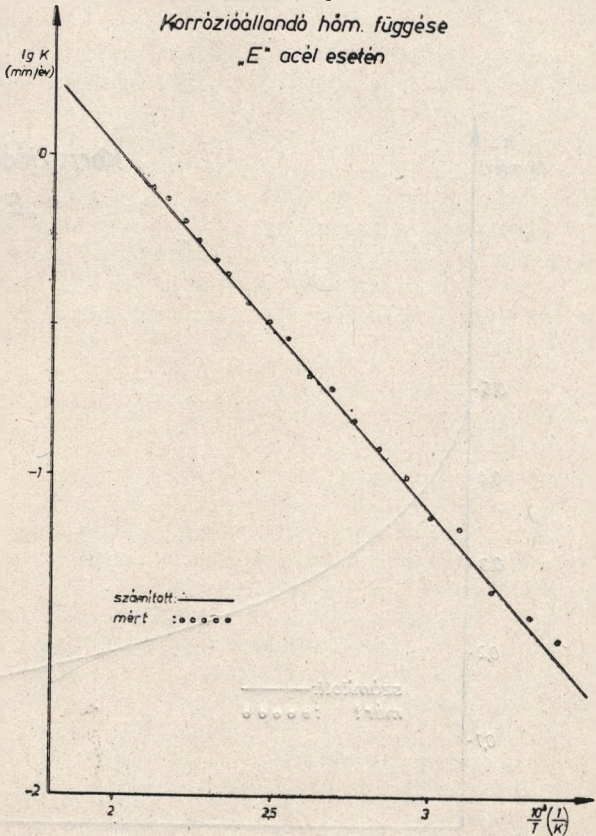
1b. ábra

Korrózióállandó hőm. függése „D” acél esetén

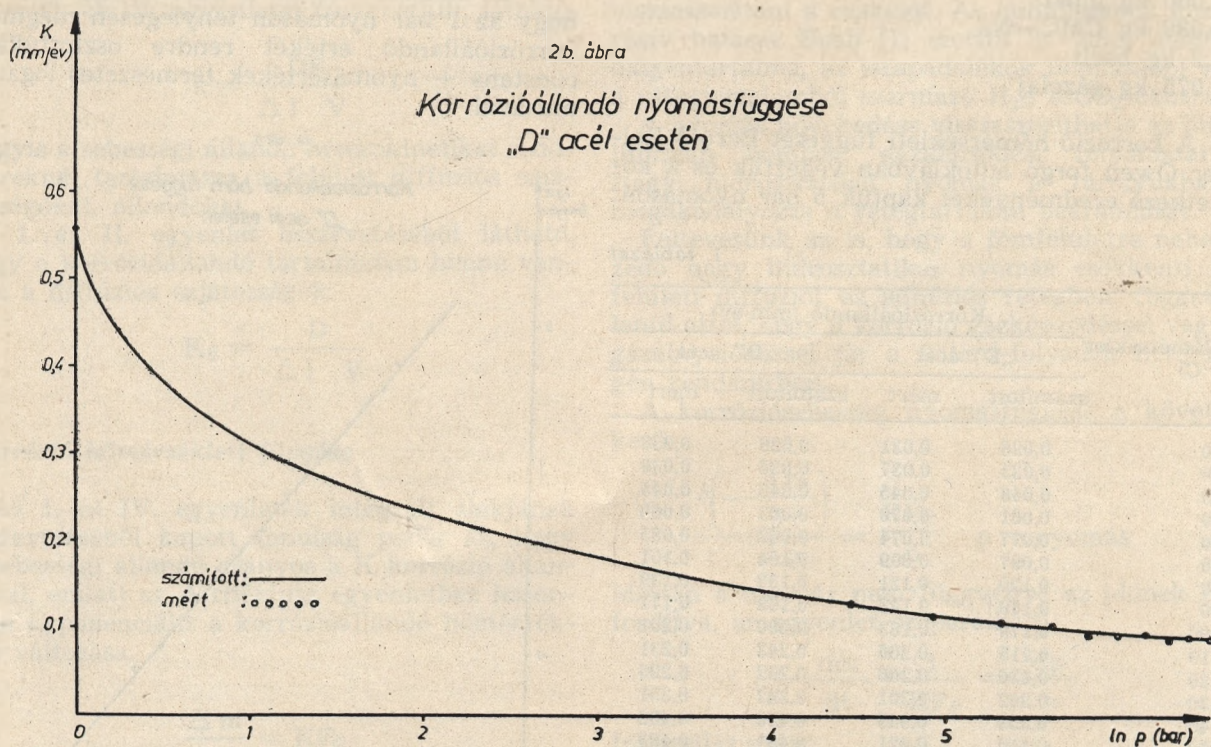


1a. ábra

Korrózióállandó hőm. függése „E” acél esetén





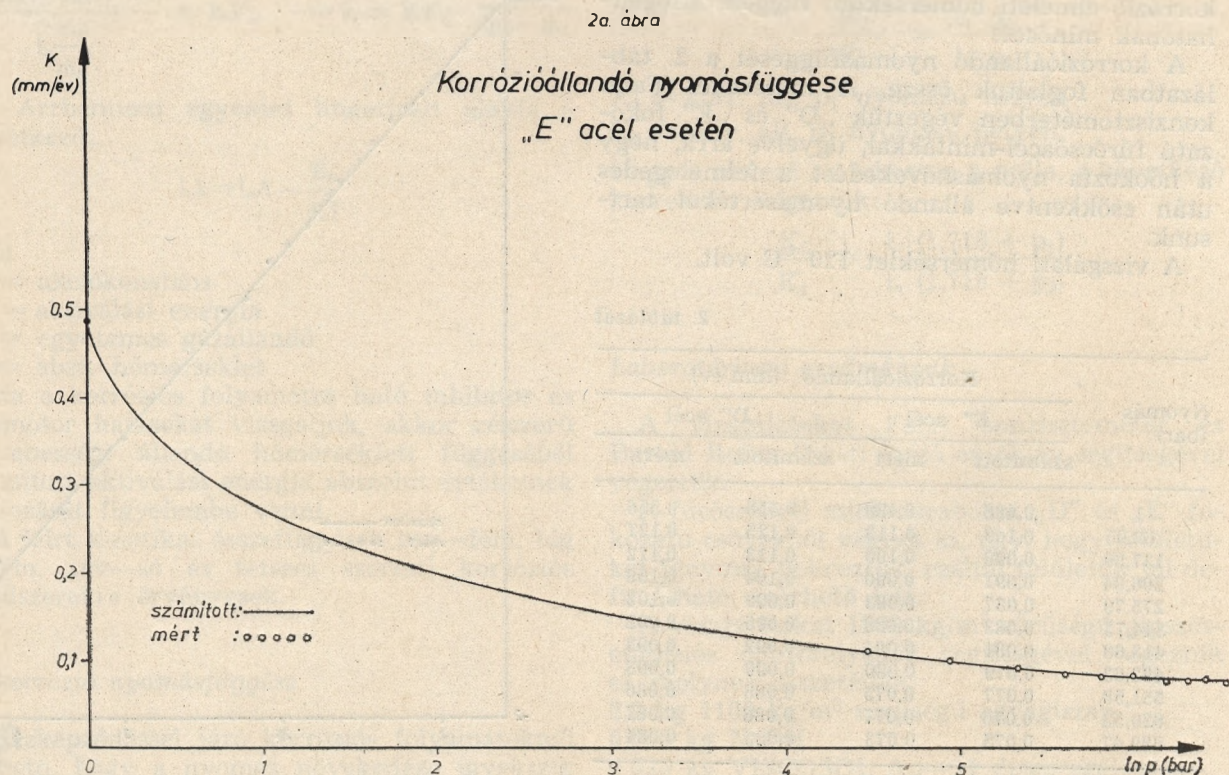


A mért értéket ténylegesen mértük. Ugyanezt a képletet alkalmaztuk savas korrózió nyomásfüggésére is, és jó egyezést kaptunk Smith és munkatársai (8) által leközölt korróziós nyomásfüggési eredményekkel.

Az 1a, b, és 2a, b ábrák szemléletesen mutatják a folytonos vonallal jelzett számított függvény és a karikákkal jelzett mért adatokat.

Az ábrákból és táblázatokból látható az is, hogy a „E” fűrészőacél jobban ellenáll a korróziónak, mint a „D”. A mérési eredmények a felírt összefüggések igazolását jelentik, legalábbis a vizsgált intervallumban.

A mérési intervallumokon kívül különösen a korrózió nyomásfüggése jelent érdekességet. A képlet alapján vákumban megnő a korrózió.





Ennek vizsgálatát még nem végeztük el. Az összefüggések további igazolása, illetve további tartalmuk elemzése érdekében a  $D$  diffúzió-állandó és  $\Delta l$  mérését kellene megoldani. Ez különösen a korróziógátló anyagok, inhibitorok hatásmechanizmusának megismerését szolgálhatná. Így a diffúziógátló hatást, a felületi adszorpciós jelenségek tanulmányozását.  $\Delta l$  behatás vizsgálata, méretének változása összefüggésben lehet a statikus-dinamikus rendszerek eltérő korróziójával is, ha más paraméter állandó.

### Összefoglalás

A gipszes-emulziós enyhén lúgos öblítőfolyadék korrózióv hatást mutat laboratóriumi vizsgálataink szerint. A korrózió tényleges hőmérsékleti és nyomásváltozása igazolta azokat az elméleti reakciókinetikai összefüggéseket, amelyeket vázoltunk a folyamat leírására.

A kinetika jelentősége abban van, hogy laboratóriumban modellezni tudjuk a fúrési lyukviszonyoknak megfelelő közeget és néhány mérési adatból nagyszámú interpolált és extrapolált számított értéket nyerhetünk, amely a fúrási gyakorlat számára a fúrócsövek korróziós elhasználódásával kapcsolatos hasznos információkat szolgáltat. Természetesen a fúrási gya-

korlatban jelentkező komoly eróziós hatás még hozzáadódik a tényleges korróziós károsodáshoz, amelyet nem tudunk modellezni.

A megengedhető legnagyobb korróziósebesség ismeretében tervezni lehet az egyes fúrócsövek élettartamát és az erózió mértékének gyakorlati megismerésével ez a terv pontosítható.

További feladat a fúrési korróziós eredmények gyűjtése és megfelelő értékelése, majd az eredmények gyakorlati hasznosítása.

### IRODALOM

1. Busch H. E.: Controlling Corrosion in Petroleum Drilling and in Packer Fluids. Corrosion Inhibitors, 102—113, 37 Houston, Texas 1977. (NACE)
2. Schanschall, E.: Methods for Evaluation and testing of Corrosion Inhibitors, Corrosions Inhibitors, 28—41, 41 Houston, Texas 1977 (NACE)
3. Fischer, P. W.; Pyle, D. E.: Inhibitor Cuts pipe loss in geothermal drilling, World Oil, 55—57, 2. (1978).
4. Norman E. Hamner: Scope and Importance of Inhibitor Technology, Corrosion Inhibitors, 1—6, 18 (1973). (NACE).
5. Hawk, C. W.: Do you Understand Galvanic Corrosion? Chemical Engineering, 193—195, 12 (1977).
6. Imre L.: Kolloid-Z. 131, 21 (1953).
7. Nerst W.: Z. physikal Chem. 47, 52. (1904).
8. Smith, C. F.; Dollarhide, F. E.; Byth, N. I.: "Acid Corrosion Inhibitors-Are We Getting What We Need?" SPE 5644, 1—15, 28 (1975).



**„ASZDA—2 automatika átalakítása”**

(Újító: Dancza József)

„Az ASZDA—2 típ. világítóegységek motorvédő automatái a gyakorlati alkalmazás során nem váltak be. Gyakori a meghibásodás, így a javítási időhányad is jelentős. A javaslatban leírt új automatika 6 db úgynevezett „Kis relé”-ből egy védelmi és egy automatika körből áll. A magyar gyártmányú, zárt kialakítású relék felhasználásával üzembiztosabb automatika készíthető és ezzel 2 db 6.E—10-es akkumulátor megtakarítható.”

**„Thermoszondák érzékelőtökjének módosítása”**

(Újító: Varga Illés)

„A javaslatban ismertetett hőmérő jelentősen lecsökkenti a kutatási műveleteknél alkalmazott hagyományos eszközökhöz képest a szonda hőterhelhetőségét. A lyukműszer kis átmérője és fokozott érzékenysége miatt kis átalakítással a termelésgeofizika területén is alkalmazható lenne. A hőmérő időállandója 1,1 sec.”

**„Karotázs szelvények előkészítése számítógépes feldolgozásra”**

(Újítók: Molnár Gábor—Boros Frigyes—Madarasi Mihály)

„Az újításban megvalósított műszaki megoldásokkal lehetőség nyílik arra, hogy a KAD 74 digitalizáló lyukszalagon vagy DISC-en rögzítse a szelvényadatokat. A rendszer valamennyi EMG—666-hoz köthető és a digitalizálási pontosságtól, a mintavétel köztől függetlenül kb. 10 perc/200 m digitalizálási sebességet biztosít. Alkalmazása esetén megszűnik a szelvényadatok kézi leolvasása és táblázatba írása gyorsabb és pontosabb a számítógépes feldolgozás adat-előkészítése, a VERSATEC dobplotter üzembe állítása után a szelvények összerajzolása kiiktatható és egységesíthető az analóg szelvények dokumentálása.”

**„Hídképző homok elhelyezési technológiájának javítása”**

(Újító: Bikki János)

„A nyitott rétegek és csővezetett kutak homokosodása ellen a hídképző homok elhelyezését is alkalmazzák. A hagyományos eszköz (CA—700-as agregát) szivattyúja a célnak nem felel meg. Ezen probléma megoldására az alábbi eszköz alkalmazása a legcélszerűbb. A homokadagoló két tartályból áll, amelyeknek felső részén van elhelyezve az a homokadagoló szerkezet. A szivattyúegység az edények alján csatlakozva nyomja az elhelyező folyadékot. A betöltött homok leürítését a homok súlyán kívül a belépő injektor hatása is elősegíti.”

**NÓGRÁDI SZÉNANYÁK**

3070 Nagybátony, Bolyoki út 8.

Ügyintéző: Kanyó Tibor (tel.: Nagybátony 24.)

**„ZIF és SzBA típusú mélyfúróberendezések el-látása végállás-kapcsolóval”**

(Újítók: Fácán Dániel—Kanyó Tibor)

„Fúróberendezések az előírásnak megfelelően biztonságtechnikailag még megbízhatóbban üzemelhetők legyenek. A végálláskapcsoló alkalmazásával a szükséges helyzetben leállíthatjuk a mozgócsigasor mozgását. Mivel hidraulika-rendszer minden fúróberendezésnél van, ezért egy elektromos vezérlésű munkahengerrel megoldható az üzemeltetés.”

**„SKF típusú talajmechanikai és robbantólyuk fúróberendezés”**

(Újítók: Fácán Dániel—Stadler Tamás—Kómár József)

„A kézi talajmechanikázás gépesítését oldja meg. Lényege: egy utánfutóra szerelt tornyos szerkezet. A fúrórúd meghajtása is kétütemű motorral történik. Talpnyomás és kiépítés áttekintés, kézi szerkezettel van megoldva.”

**„Elektromos vízszintérzékelő”**

(Újítók: Fácán Dániel—Jedlicska József—Kánya Ferenc)

„Félvezetős rendszerre épülő elektronikai kijelző készülék, melynek tartozéka még egy kábeldob és egy központosító csigakerék.”

**„Üzemanyag átfolyásmérő és üzemóra egység”**

(Újító: Fácán Dániel)

„Robbanómotoros stabil és mobil berendezések tényleges üzemanyag-fogyasztás és üzemidő értékének műszeres kontrolálása, mely alapján a hó végi jelentéseknél a gépüzemnaplóban, sorszám szerinti vezetésnél, a ténylegesen felhasznált üzemanyag-mennyiséget tudjuk ellenőrizni és elszámolni.”

**„Talajmechanikai mintavevő”**

(Újítók: Mezriczky László—Márton Pál)

„Talajmechanikai fúrési technológiák továbbfejlesztése mind fúrástechnikai, mind mintavételi szempontból. Az újításban szereplő megoldás a mintatest kialakítására vonatkozó előírásoknak eleget tesz, a forgalomban lévő fúróberendezésekhez jól alkalmazható.”

**„Csőperforáló berendezés”**

(Újító: Fácán Dániel)

„Vízáteresztő, perforált csövek készítését végző berendezés. Teljesen automatizált, hat fúrófejjel van ellátva, mely a perforálandó cső palástfelületén tetszés szerinti osztással átmenő furatokat végez.”

(Folytatás a 48. oldalon)



# A káliumos és SYN-CM típusú öblítőiszappal végrehajtott üzemi kísérletek a kiskunhalasi és szanki mezőben

MAGYAR JÓZSEF—MEIDL ANTAL

## Bevezetés

A KfV szanki üzemének működési területén az elmúlt évtizedben üzemszerűen a fúrási munkálatok során gipszbázisú öblítőiszapot alkalmaztak. E hagyományosnak mondható öblítőfolyadék mellett lényegében a szanki és kiskunhalasi mezőben a káliumos és a SYN—CM típusú iszappal történtek üzemi kísérletek.

Az alapvető célkitűzés az alsópannon agyagmárgák gipszes iszappal történő harántolása során jelentkező problémák leküzdése volt. Ezek a következők:

- nagyfokú lyukbővülés,
- a fúrás, illetve a béléscsöcementekezés során bekövetkező márgaomlás,

— folyadékveszteség fellépése a cementezés során.

További célként szerepelt:

- a fúrási sebesség növelése, illetve a fúrólyukszelvény teljes mélyítési idejének csökkentése,
- a szabályozott nyomású fúrásmód megvalósítása.

A káliumos iszap alkalmazásával mélyült 7 kút közül a vizsgálat tárgyát a KihaÉK—42, —46; —59 és a Szk—127. sz. kutak képezték. A SYN—CM iszapot két esetben, a SzkNy—8 és —9. sz. kúton alkalmazták. A gipszbázisú iszappal mélyített kutak közül a fenti kutak körzetében mélyített 8 db fúrás szolgált összehasonlítási alapul. A mélység intervallum átlagosan 500—1900 m a 8 1/2"-os szakaszban.

1. táblázat

Iszaptípus

	Ca <sup>++</sup>		K <sup>+</sup>		SYN—CM	
Sűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	1150—1250	1250—1300	1100—1250	1250—1300	1050—1150	1150—1200
Aktívanyag tart. (kg/m <sup>3</sup> )	50—70	70—85	25—38	35—45	25—42	45—60
Szilárdanyag tart. (tf%)	10—15	15—18	—	—	7—10	9—12

K<sup>+</sup> iszapnál szilárdanyag-tartalom adatok nem állnak rendelkezésre.

Mindhárom iszaptípus összehasonlítására csak a szanki mezőben volt lehetőség.

Az öblítőiszapok értékelése a gyakorlati tapasztalatok alapján a következő szempontok szerint történhet:

### 1. Márgadiszpergálódást gátló hatás:

A lyukbővülés a kiskunhalasi és a SzkNy-i mezőben alapvetően a márgadiszpergálódás következménye. A diszperzió foka elsősorban az alkalmazott iszaptípustól függ, de a mélyítési idő (a márga és az öblítőiszap érintkezési ideje) befolyásoló szerepe sem elhanyagolható, és így a fúrási sebesség növekedése a márgadiszpergálódást csökkentő tényezőként is hat.

Az iszap laboratóriumi vizsgálata mellett a lyukúrtartalom névlegestől való eltérésére jó mérőszámként szolgálhat a diszperzió megítélésére.

#### 1.1 Laboratóriumi adatok.

Az iszapok sűrűségének minimális szinten való tartása a jelenlegi mechanikus iszaptisztítók (rázószita D-sander) alkalmazása mellett is

csak hígítással érhető el. A legkedvezőbb képet ezen a téren a SYN—CM iszap mutatja. Szembetűnő az aktívanyag-tartalom magas értéke, a Ca<sup>++</sup> iszapnál.

A laboratóriumi mérések alapján a Ca<sup>++</sup> iszap tulajdonságai kedvezőtlenebbek mind a K<sup>+</sup>, mind a SYN—CM iszap tulajdonságainál.

### 1.2. Lyukbővségadatok

2. táblázat

Fajlagos lyukúrtartalom (l/m)

Fúrólyukszelvény		8 1/2"-os (500—2000 m)	12 1/2"-os (500—1800 m)
Elméleti KihaÉK	Ca <sup>++</sup>	36,6	76
	K <sup>+</sup>	42,3	81,9
	K <sup>+</sup>	45,1	86,3
Szank	Ca <sup>++</sup>	41,4	—
	K <sup>+</sup>	39,9	—
	SYN—CM	40,4	—
Átlag	Ca <sup>++</sup>	41,85	81,9
	K <sup>+</sup>	43,37	86,3
	SYN—CM	40,4	—

A lyukbővségadatok alapján ellentétben a laboratóriumi mérésekből várható eredménnyel, a K<sup>+</sup> iszap a legkedvezőtlenebb.



2. Lyukfalistabilitás — béléscsöcementezés

Gipszes iszapot alkalmazva, a 7"-os béléscső cementezésekor, de néhány esetben már a fúrás során is (ha a szelvény mélyítése hosszabb időt vesz igénybe) márgaomlás tapasztalható.

A fúrás során az omlás megszüntetése az iszap sűrűségének emelésével történt.

A 7"-os béléscsöcementezésnél fellépő folyadékvesztés közvetlen előidézője a lyukfal megbomlása, a márgaomlás. Az úgynevezett nehezített kútszerkezet (8 1/2"-os fúrólyuk —

7"-os béléscső helyett 12 1/4"-os lyuk — 9 5/8"-os béléscső) alkalmazásával, vagyis a gyűrűstér geometriájának megváltoztatásával a veszteség elkerülhető, de ez jelentős költségtöbbletet eredményez.

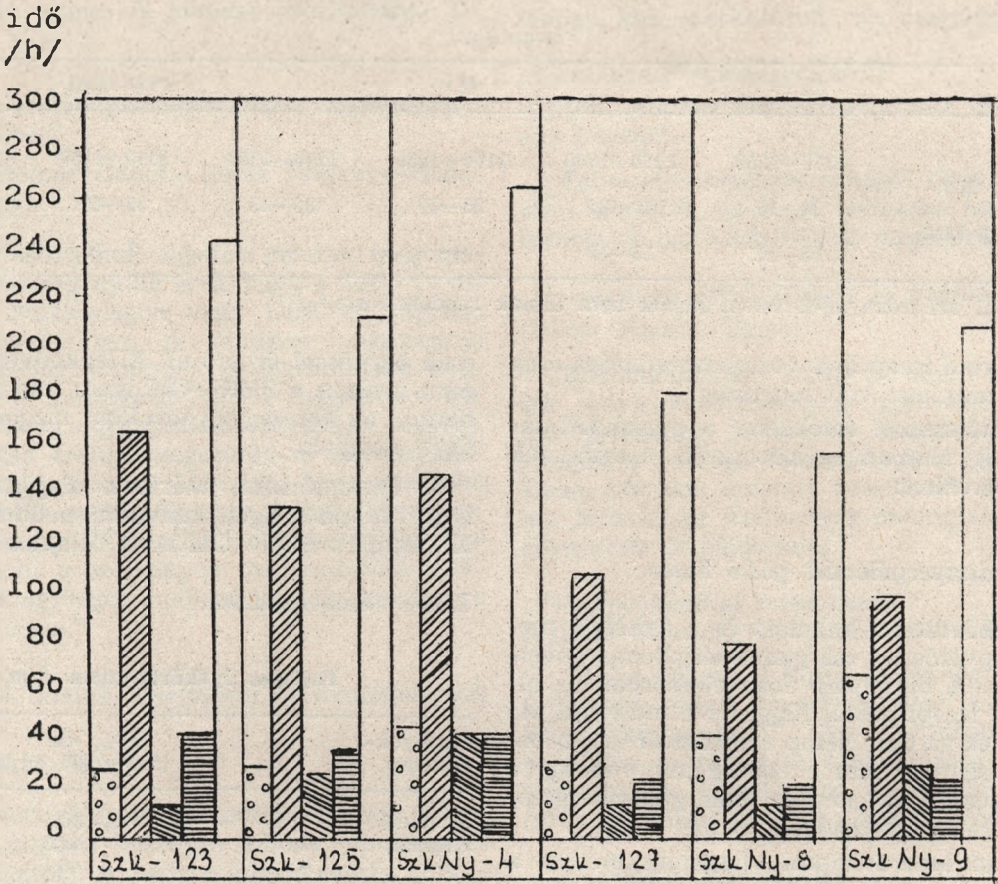
A K<sup>+</sup> öblítőiszappal mélyítve a lyukat, fúrás közben márgaomlás csak akkor volt tapasztalható, mikor az öblítőiszap egy részét egy másik fúrási pontról szállították át.

Azonos mélységben a SYN—CM típusú iszap sűrűsége jelentősen kisebb értéken tartható (kb. 100—150 kg/m<sup>3</sup>-rel) mint a másik két iszaptí-

3. táblázat

Kút	Iszaptípus	Mélység m	Felh. fúrók db	Fúró atm.	Fúró terh. (t)	Asztal ford. min <sup>-1</sup>	Mech. seb. (m/ó)
Szk—123	Ca <sup>++</sup>	500—1976	6	8 1/3"	12	80	9,1
—125	Ca <sup>++</sup>	600—1840	5	8 1/3"	12	80	9,2
SzkNy—4	Ca <sup>++</sup>	600—1900	6	8 1/3"	14	80	9,0
Szk—127	K <sup>+</sup>	500—1810	4	8 1/3"	12	80	12,6
SzkNy—8	SYN—CM	500—1940	3	8 1/3"	16	85—70	18,9
SzkNy—9	SYN—CM	500—1900	3	8 1/3"	15	80—60	15,0

1. ábra



pusé, ennek ellenére lyukfalistabilitási probléma csak akkor jelentkezett, mikor az iszap „megbomlott”. A megbomlás formalin adagolással gyorsan kiküszöbölhető volt.

Gipszes iszapnál a 7"-os béléscső cementezése kb. 50%-a részleges, vagy teljes folyadékvesztés mellett történik.

K<sup>+</sup> iszapnál folyadékvesztés egy esetben sem lépett fel.

SYN—CM típusú iszapnál 1 esetben részleges folyadékvesztés volt.

A folyadékvesztés fellépésének elkerülésére a legnagyobb esély a K<sup>+</sup> iszapnál mutatkozik.



### 3. A fúrás mechanikai sebessége, a szelvény mélyítési ideje

3.1. Az új iszap típusok alkalmazásával elért mechanikai sebesség növekedése.

Ismeretes az iszapsűrűség, a szilárdanyag- és aktívanyag-tartalom fúrási sebességre gyakorolt hatása. Azonos fúrási rendszer esetén közvetlen összehasonlítási lehetőség nyílna, a fúrási rezsim azonban nem volt ugyanaz. Ennek ellenére kimondható, hogy a SzkNy—8, —9 kutakon a jelentős mechanikai sebességnövekedés elérésében a fúróterhelésen kívül a SYN—CM típusú iszapnak nagy szerepe volt.

3.2. A mechanikai sebességnövekedést akadályozó tényezők.

A mechanikai sebesség növekedése a szelvény mélyítési idejét csak abban az esetben csökkenti, ha ez nem jár az utánfúrással, lyukkondicionálásra fordított idő növekedésével. Berendezésnap csak akkor takarítható meg, ha az iszapkészítés, a fúrás, lyukkondicionálás ideje együttesen és a fúrófelhasználás is csökken. Az alábbi ábra ezeket az adatokat mutatja.

1. oszlop Iszapkészítés és -javítás, öblítés
2. „ Fúrás
3. „ Utánfúrás, lyukkondicionálás
4. „ Fúrócsere
5. „ Összidő

Az összidőből számolt mélyítési sebesség a kutak sorrendjében: 6,07; 5,84; 4,91; 8,06; 9,73; 6,73 m/h.

A fentiek alapján kimondható, hogy mind a  $K^+$ , mind a SYN—CM típusú iszap alkalmazásával csökkenthető a szelvény mélyítési ideje.

### 4. Reológiai tulajdonságok, fúrási hidraulika

Az iszapok jellemző paraméterei a szelvény mélyítése során az alábbiak.

4. táblázat

Iszap-típus	Sűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	n	K (Pa s <sup>n</sup> )	Plaszt. viszk. (mPas)
Ca <sup>++</sup>	1150—1300	0,65—0,85	0,08—0,25	10—18
K <sup>+</sup>	1100—1300	0,55—0,80	0,06—1,5	8—15
SYN—CM	1050—1200	0,65—0,73	0,13—0,25	13—19

A hidraulikai nyomásvesztések alakulása, valamint a lyuktalptisztítás hatékonysága a SYN—CM típusú iszapnál a legkedvezőbb. Erre utal az azonos öblítési ütem és szerszámösszeállítás mellett a kisebb szivattyúnyomás, a nagyobb mechanikai sebesség és a fúrófelhasználás csökkenése.

### Összefoglalás

Az üzemi kísérletek alapján levonható következtetések:

Káliumos iszap:

- a mérettartó lyuk fúrással irányuló törekvés nem teljesült,
- a megfelelő lyukfalstabilitás csak az adott berendezésnél készített friss iszappal biztosítható,
- a béléscsöccementezés folyadékvesztés nélkül kivitelezhető,
- a mechanikai sebesség, ill. a mélyítési idő kedvezőbb, mint gipszes iszap alkalmazása esetén.

SYN—CM tip. iszap:

- a fajlagos lyukkörtartalom ennél az iszapnál a legkedvezőbb,
- megfelelő lyukfalstabilitás további gyakorlati iszapkezelési tapasztalatok szerzése után biztosítható,
- a béléscsöccementezés érdemi értékeléséhez további üzemi kísérletek szükségesek,
- a mechanikai sebesség, illetve a mélyítési időadatok igen kedvezőek.

A 2 új típusú öblítőiszap üzemszerű alkalmazása az aránylag kedvező tapasztalatok ellenére is csak akkor lehetséges, ha az elkészített öblítőiszap több fúrási ponton is felhasználható. Mindenképpen csökkenteni kell az iszapok hazai hajlamát, és az iszapkészítés idejét. Az alkalmazás további lényeges feltétele a méterköltség csökkentése.

### IRODALOM

- [1] Dormán József: Az öblítőfolyadék szerepe a fúrási teljesítmények növelésében. Kőolaj és Földgáz 1981. 3.
- [2] Molnár Jenő: A KihaÉK—42., —46., —59. Szk—127. fúrási pontokon káliumos iszappal végrehajtott üzemi kísérletek. OGIL-jelentés.
- [3] Csaba József: A szabályozott nyomású fúrás fejlesztése a mély- és nagymélységű fúrásoknál. 2.1.3. részfeladat SZKFI 1980.



„A PTK—1096-os programozható asztali számológép felhasználási lehetőségei a geológiai készletszámításban”

(Újító: Törös Endre)

„Felhasználási területei többek között az alábbiak:

- A szénkutató fúrások laboratóriumi elemzési adataival kapcsolatos számítások.
- Szételepek dőlésének és csapásának meghatározása a regressziós sík módszerével.
- Területszámítás.

Előnye: az esetleges szubjektív hibák kiküszöbölhetők, valamint gyors számítás érhető el vele.”

„Fagyasztó fúrólyukak készítéséhez fúrási technológia”

(Újító: Mezriczky László)

„A technológia tartalmazza a fúrókorona és magcső átalakítását, a fúrás kivitelezését (felszerelés, fúrás, csövezés, nyomáspróba).”

„Szerelőcsiga TA—9 típusú fúróárbochoz”

(Újító: Mezriczky László)

„Koronacsiga meghibásodása esetén a javaslattal megoldható a koronacsigacsere anélkül, hogy a tornyot le kellene engedni.”

„NGR—250 típusú öblítőszivattyú szelep és dugattyútest átalakítása”

(Újító: Mezriczky László)

„Az átalakítás következtében lecsökkent a meghibásodások száma, valamint a módosított alkatrészek magyar gyártmányként beszerezhetők.”

„R—200 HT típusú terepjáró fúróberendezés hidraulikus letalpalása”

(Újítók: Rutár István—Fácán Dániel)

„A fúróberendezés meglévő hidraulika rendszere (40 atm.) biztosítja a toronylábak letalpalását végző munkahengerek hidraulikáját.”

„Fúrókoronák palást- és élköszörülése”

(Újító: Rutár István)

„Fúrókoronák köszörülésére tervezett célgép, mely a fúrókoronák élhomlok síkba munkálását a vágóél hátraköszörülését, valamint külső-belső palást köszörülését végzi el.”

„F—62 típusú keményfémbetűtes korona átalakítása laza kőzetek fúrásához”

(Újító: Mezriczky László)

„Fúrókoronák keményfémtüskéinek módosítása, minek következtében megfelelő magkihozatal érhető el, laza kőzetek fúrásakor.”

„Új típusú vízállomás”

(Újítók: Vágvölgyi Ottó—Jecsmenik György—Márton Pál—Kanyó Tibor—Szegedi László)

„Az új megoldás előnye, hogy az egész rendszer (erőgép, szivattyú stb.) egy idomacélból készített szánra van felszerelve, mely alapján bármikor, minden megbontás nélkül, tetszés szerinti helyre szállítható. Tetszés szerint változtatható a szivattyú teljesítménye anélkül, hogy az üzemanyag szempontjából többletfogyasztást eredményezne. Biztonságosabb üzem mód alakult ki.”

## ORSZÁGOS FÖLDTANI KUTATÓ ÉS FÚRÓ VÁLLALAT

8101 Várpalota, pf.: 77.

Ügyintéző: Göllei János (tel.: 50-540/22)

„UKR 40/200 típusú kisfeszültségű univerzális robbantógép”

(Újítók: Cseh Ernő—Sifter Gyula)

„Az OFKVV-nél kifejlesztett nem sújtólég-biztos robbantógép felhasználható::

- minden olyan külszíni robbantási munkánál, ahol a sorosan kapcsolt 4 mW/Ohm energiaigényű gyutacsokból összekötő és robbantóvezetékéből álló robbantóhálózat össz ellenállása 140 Ohm
- geofizikai magmintaevő puskák izzógyújtóval és „Rex” füst nélküli löporral betöltött lökamráinak robbantására, ha a mintavevő puskát hordozó karotázskábel áramvezető erejének horokellenállása 140 Ohm
- alkalmas a berendezés ezen kívül gyutacsok egyenkénti mérésére és a robbantóhálózat eredő ellenállásának a mérésére.”

„1 BA—15 típusú fúróberendezés élet- és va-gyonbiztonságának megoldása”

(Újító: Kandó Kálmán szocialista brigád)

„A Szovjetunióból beszerzett elektromos üzemű fúróberendezések GOSZT-szabvány szerint épített elektromos rendszerének átalakítása magyar szabvány MSZ 172 szerint.”

„LK 150 típusú iszapszivattyú hajtókar-csapá-gyázásának megoldása”

(Újító: Fazekas Tibor)

„A jelzett típusú szivattyúk bronzcsapágyázásának (importanyag) helyettesítése a „PEMŰ” által gyártott PTF—552 típusú bronz töltésű teflonnal.”

„Emelőszerkezet rakodólapokhoz”

(Újítók: Toplak Béla—Fazekas Tibor)

„Zsákolt anyagok rakodólapon történő elhelyezése alkalmával — ezen szerkezet segítségével — darus és gémes gépkocsikkal, emelővil-lás targonca nélkül, a terepen is biztonságosan megoldott a zsákolt anyagok (cement, bentonit, CMC stb.) gépesített rakodása.”



# A fúrási szelvényezés

DR. ALLIQUANDER ÖDÖN

## Bevezetés

A kőolaj- és földgázkutató, valamint feltáró fúrások — általánosabban fogalmazva, a fluidumokat kutató és feltáró fúrások — követelménye a *gyorsabb, olcsóbb, biztonságos*, de mindezek mellett az átfúrt kőzetekről *minél több információt nyújtó fúrás*.

A *gyorsabb és olcsóbb fúrás* — a helyes fúrókiválasztáson és természetesen a kőzet fúrhatóságán kívül — elsősorban a fúrás sebességét befolyásoló kőzetbontó tényezők helyes megválasztott nagysága, illetve azok nagyságának műszeres ellenőrzése és e tényezők optimális társítása útján lehet elérni. Az olcsóbb fúrás elérésében jelentős szerepe van ugyanis a nagyobb fúrási sebességnek, hiszen a fúrás költség-tényezőinek közel 60%-a időtől függő.<sup>1</sup>

A *fúrás biztonságát és folyamatosságát*, vagyis *üzemzavarmentességét* egyrészt a fúrási tényezők folyamatos műszeres ellenőrzésével, másrészt a fúrási művelet folyamatosságát fenyegető üzemzavaroknak — elsősorban az öblítő-folyadék-vesztésnek, a tárolókőzetből való hirtelen fluidumbeáramlásnak és a fúrószerszám megszorulásának — műszeres jelzésére, előrejelzésére alkalmas tényezők, tényezőcsoportok mélység- és/vagy időfüggő regisztrálása útján lehet elérni.

A fúrás közben műszeresen ellenőrzött tényezők egy része már önmagukban is, de főleg a belőlük leszámaztatott tényezők (pl. fúrási sebesség, „d” tényező stb.) változásai a mélység függvényében, fontos *információs adatokat* (kőzetek fúrhatósága, porusnyomása) *nyújtanak az átfúrt formációkról*.

A fúrási művelettel egyidejűleg műszeresen mért, illetve leszámaztatott tényezőkön kívül természetesen további információkat nyújt a fúrólyukkal harántolt kőzetekről — legyenek azok tömött, vagy fluidumtárolásra alkalmas porózus kőzetek — mélységi irányban maga a fúrólyuk, az abból kifúrt kőzet.

Ügyszintén mélységi irányban szolgáltatnak bő ismeretanyagot az átfúrt kőzetek fizikai jellemzőiről, az egy-egy fúrólyuk-szakaszban végzett geofizikai fúrólyuk-szelvényezési műveletek. Laterális, sőt térfogati kiterjedésben — tehát két és három dimenzióban — pedig fontos információk nyerhetők már a fúrás során is a fúrólyukban, majd később a fúrólyukból kiképzett kutakban kiváltható változó mértékű fluidum-beáramlásvizsgálatok, hozamvizsgálatok adataiból.<sup>2</sup>

A rotari fúrással mélyített fúrólyukból való *információszerzés módszerei* közül csak az 1920-as évek elején kezdték módszeresen alkalmazni

az üledékes kőzetekből is elfogadható maggyereséget biztosító kettős magcsővel végzett *magfúrás* és a *fúrt magok vizsgálatát*, továbbá a *furadékszemek elemzését*; a 20-as évek végén a *geofizikai fúrólyuk-szelvényezést*, akkor ugyan még csak *elektromos szelvényezés formájában*, s ugyancsak ebből az időből ered a fúrócsövön át végzett *formációvizsgálat*. A harmincas évek elején merült fel az első folyamatos információ-szerzési eljárás, „*az iszapszelvényezés*”, vagyis az öblítőárammal felszínre öblített furadékszemek, s a tárolókőzetből eredő fluidum elemzésének gondolata, de alkalmazására csak a 30-as évek végefelé került sor.

Ekkor került sor a *fúrásissebesség-szelvényezésre* is, pontosabban kezdetben, sőt még ma is a fúróelőhaladásnak az idő függvényében való regisztrálására. Ezt a lényegében reciprok fúrási sebességgörbét azonban a mélység függvényében átrajzolva a fúrási sebesség-görbe az eredmény. Az ily módon átrajzolással nyert, de ma már közvetlenül a fúrásissebességszelvény-görbe önmagában is értékes felvilágosítást nyújt a kőzethatárokról, az átfúrt kőzetek áteresztő, vagy át nem eresztő voltáról. Az egyéb műszeresen, folyamatosan mért fúrási tényezőknek azonos mélységleptékű változásait ábrázoló görbéit, vagy mutató számsorait a fúrási sebességgörbéhez, ill. a számsorhoz csatolva egy sokváltozós, sokatmondó információkat nyújtó *fúrási szelvénycsoport* az ún. „drill-log” az eredmény.

A fúrólyukból, annak fúrás során a fentiek szerint a ma rendelkezésre álló információs lehetőségek lényegében két nagy csoportra oszlanak:

- a fúrás folyamatát megszakító — külön időt igénylő —, tehát szakaszos és a
- a fúrással egyidejű, folyamatos információ-szerzési módszerekre.

A továbbiakban a figyelmet kizárólag az utóbbiakra, a fúrással egyidejű, folyamatos, információszerzési módszerekre fordítva, előljáróban le kell szögezni, hogy a gyorsabb, olcsóbb, biztonságosabb és több információt nyújtó fúrás, kültetésítés követelményét csak a műlhoz képest kibővített és folyamatosan bővülő műszerállománnyal ellenőrzött fúrási művelettel és e műszercsoportok mellé helyezett (off-line), vagy azok működési körébe kapcsolt (on-line) kissetítőgéppel végrehajtott programokkal képzett eredményekkel lehet kielégíteni ugyan, de mindezt szinte kizárólag automatikusan, idő-vesztés nélkül. Természetesen nem szabad elfelejteni azonban azt, hogy a műszeres mérések mögül nem hiányozhat az értékelő szakember, a fúrómérnök, a geológus.



## 1. A fúrással egyidejű információszerzési módszerek

Az automatizálás irányába, valamint a rotari fúrás eredeti elve szerint a közetek pórusnyomásával szemben túlellensúlyozást nyújtó helyett, a kiegyensúlyozott (szabályozott) öblítési nyomással dolgozó fúrási technológia követelményei a rotari fúrás alapvető tényezőit mérő néhány felszíni érzékelésű műszerből álló együttesét (a harmincas évek végétől a legutóbbi időkig világszerte elterjedt ún. „Quintuplex”, ill. szovjet GIV műszercsoportot) egy — egyelőre még szintén felszíni, de sok esetben már a hidraulikus, pneumatikus helyett már elektronikus érzékelésű műszerekből álló — adatmérő, -gyűjtő és -elemző, sőt adatképző műszercsoporttá bővítették.

A mért, elemzett és képzett tényezők regisztrálása, vagyis az adatgyűjtés szempontjából a legutóbbi idők változása

- egyrészt az, hogy a mért és képzett tényezőknek az idő függvényében való regisztrálása mellett, és/vagy helyett előtérbe került a mélység függvényében megoldott regisztrálás;
- másrészt az, hogy a mért tényezők pillanatnyi nagyságát mutatóval jelző, illetve írószerkezettel görbék formájában, regisztráló műszerek mellett megjelentek a digitális kijelzésű, ill. a számsoros regisztrátumokat író műszerek, valamint természetesen az előbbiekkal, vagy utóbbiakkal szükség szerint kapcsolatos esetleges vészjelzők.

A mérő-, adatszerző- és adatelemző-műszerrendszerbe iktatott (on-line), illetve a műszerrendszer mellé helyezett (off-line) — s természetesen megfelelő programgyűjteménnyel (software anyaggal) ellátott — kiszámítógéppel ma már messzemenően biztosított a fúrási műszerezés három csoportba sorolható feladatkörének megoldása:

1. A folyamatos tájékoztatás a fúrás műveletét érintő azokról a tényezőkről (fúróterhelés, fúró fordulatszám, a fúrószár forgatásához szükséges forgatónyomaték, öblítési nyomás, beszivattyúzott és kifolyó folyadékáram) amelyeknek mindenkor nagyságát a fúrómesternek a fúrás biztonságos és jó teljesítményű, üzemzavarmentes menete érdekében folyamatosan figyelemmel kell kísérnie, be kell tartani.
2. A fúrás sebességét és költségét — és ezzel optimalizálását —, továbbá biztonságát érintő tényezők ellenőrzése, elemzése, összegyűjtése, vagyis egymás mellett az idő és/vagy a mélység függvényében való feljegyzése, esetleg helyi számítógépes feldolgozása
  - a) a tényleges fúrás periódusában és
  - b) a fúrás egyéb szükséges, vagy szükségessé váló műveletei (be- és kiépítés, beléscsovezés, cementezés, megbomlott öblítési egyensúly helyreállítása stb.) során.
3. A minél szélesebb körű információ szolgáltatása az átfúrt formációkról, tárolókőzetjellemzőkről a geológus, a fúró-, az iszap- és a termelőmérnök számára.

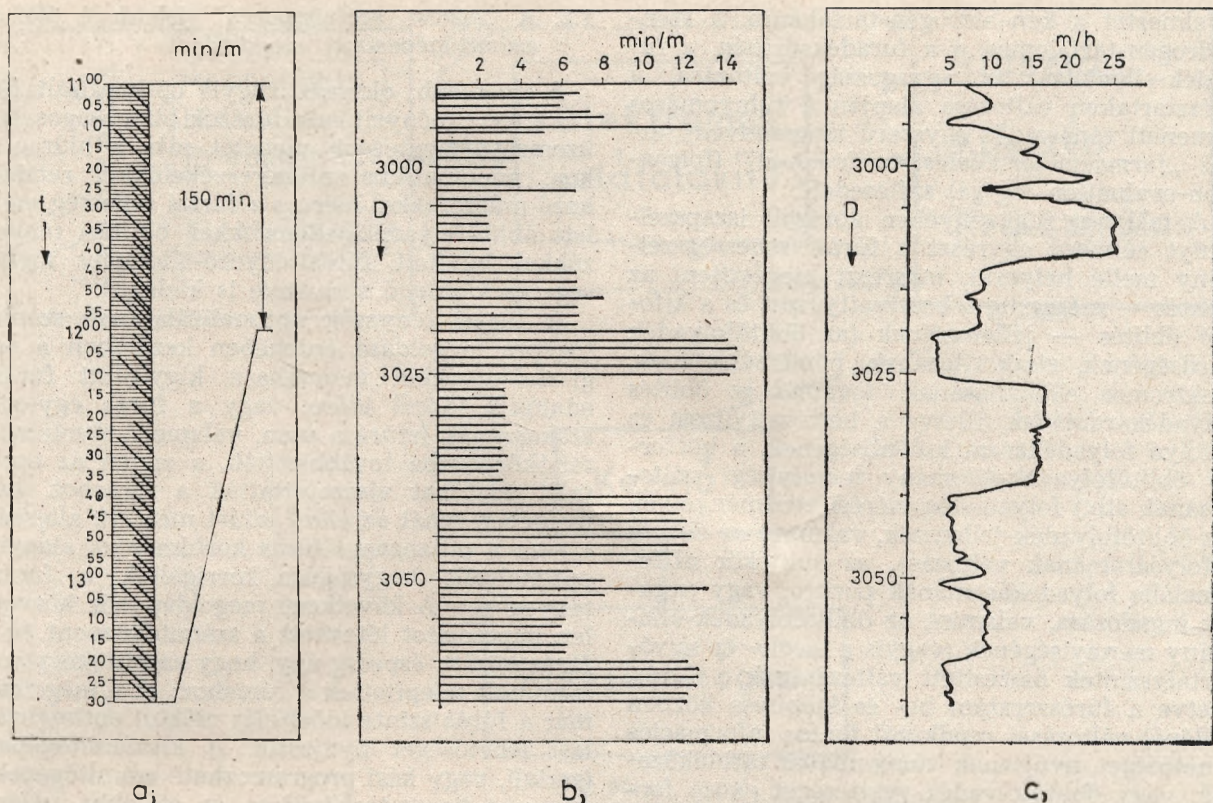
Az a tény, hogy a mért, illetve a műszerrendszerbe kapcsolt mérésadatgyűjtő és kiszámítógép, ill. mikroprocesszor segítségével képzett adatoknak az idő helyett a lefúrt mélység függvényében való regisztrálása terjed, s mind általánosabbá válik, azt bizonyítja, hogy előtérbe került a fúrási műszerezés információ nyújtó szerepe is. A rögzített paraméterek egyikének-másikának mélység szerinti változását mutató görbe, vagy számsor alakulása már önmagában, közvetlenül is értékes információt nyújthat; sok esetben a mért tényezők kombinálásával, számítógéppel képzett új tényezőkkel, e tényezők mélység szerinti változását jelző görbékből, számsorokból vezethetők le a szénhidrogén-kutatást, vagy -feltárást befolyásoló, segítő információk.

### 1.1. A „fúrási szelvényezés” kialakulásának alapjai

A fúrás műveletével egyidejű — annak folyamatosságát meg nem szakító — információs lehetőségek közül először, 1922-ben, az öblítőiszappal a felszínre szállított közetszilánkok elemzésének gondolata merült fel. A tárolókőzetből származó, s a felszínre öblített fluidum — elsősorban gáz — összegyűjtésének és elemzésének gondolatát viszont G. O. Suman vetette fel 1930-ban. Ezek alapján az első eszközcsoportot, mint „iszapszelvényező” berendezést 1937-ben Texasban alkalmazták. Az iszapszelvényező berendezés két iszapszivattyú-löketszámlálóból, centrifugából, vákuumszivattyúból és egy lapátkerek, automatikus furadék-mintavevőből állt, s lényegében még csak manuális iszapszelvény készítésére volt alkalmas, vagyis csak a fúrószár kézi mérésével meghatározott mindenkor fúrólyukmélységhez rendelte a felsorolt eszközök segítségével nyert közet- és fluidumjellemzőket.

A fúrással egyidejű műszeres szelvényezési módszerek kialakulása, valamint az így nyert szelvényeknek komplex értékelése, összevethetősége a geofizikai fúrólyukszelvényekkel, szükségessé tette a fúró előrehaladásának műszeres mérését, az ún. „mechanikai fúrólyuk-szelvényezés”-t, vagyis a fúró előrehaladásának a mélység függvényében való automatikus regisztrálását. Ennek alapjait F. B. Nichols teremtette meg, úgyszintén 1937-ben, az ún. „Geolograph”-nak, tehát a fúró előrehaladásának mérésére szerkesztett műszernek kialakításával. A „Geolograph” a fúró előrehaladását a fúróberendezés öblítőfejének lefelé mozgásáról vezeti le, és az öblítőfejhez kötött huzallal közvetíti a regisztráló doboz, az idő függvényében haladó regisztráló dobon egy-egy méter előrehaladását a dobon ferde vonallal jelzi az írómű (1. a ábra), s így lényegében a vonalak távolsága a reciprok fúrási sebességgel arányos. Hasonló elven, de most már a mélység függvényében a lefúrt méterhez tartozó fúrási időt egy arányos vonalhosszúsággal rögzíti a „Geolograph” egy továbbfejlesztett változata (1. b ábra). Az így most már a mélység függvényében megoldott, azonban még mindig reciprok fúrási sebesség-szel-





1. ábra.  
A reciprok (a, b) és a tényleges (c) fúrási sebesség-  
görbe diagramjai

vényezésnek regisztátuma már közvetlenül összehasonlítható a geofizikai fúrólyuk-szelvénytől és eredményeivel, vagyis görbéivel pl. a porozitás-görbével, a gamma-gamma szelvénytől, az az akusztikus szelvénytől.

A mélység bevezetése a mért fúrási tényezők, a fúrási műszerezés körébe, és az ebből kezdetben — és még sok esetben ma is — mechanikus megoldással képzett reciprok fúrási sebességgörbe képezte és képezi az alapját mind az „iszapszelvényezésnek” (mud-loggingnak) mind pedig a fúrási szelvényezésnek (a drill-loggingnak); annak a szelvényezési rendszernek, amely most már a mélység függvényében jelzett tényleges fúrási sebességváltozási görbe (1. c. ábra), számsor mellé sorakoztatja — ugyan-csak görbe, vagy számsor — formájában:

- az alapvető fúrási tényezőket,
- az öblítés és az öblítőfolyadék jellemzőit

s már sokatmondó „fúrási szelvényt” nyújt. A pillanatnyi fúrási sebességnek a mélység függvényében való szelvényezését különböző mélységléptékekben és érzékenységgel megvalósító műszer ugyanis olyan pontosan jelzi a kőzetek fúrhatóságának változását, hogy ez a szelvény porozitásslévelvényként is elfogadható. A fúrási-sebesség-szelvény ugyanis a mindenkor differenciális talpi hidraulikus nyomás (az öblítés talpi hidraulikus nyomása és a talpon lévő kőzet érvényesülő — tehát a kőzet áteresztőképességétől és a pillanatszerű öblítőfolyadékból való kiszűrődés következtében képződő talpi iszaplepenytől is függő — pórúsnomása közötti különbség) változásaira rendkívül érzékenyen reagál. Amilyen mértékben a talpi kőzet pórús-

nyomása kiegyenlíti az öblítési lyuktalpon fennálló hidraulikus nyomását, oly mértékben gyorsul fel — azonos fúrási tényezők mellett — a fúrási sebesség; ily módon ez a jelenség alkalmas a túlnyomásos formációk elérésének jelzésére. A hirtelen fellépő fúrási-sebességnövekedés át-eresztő túlnyomásos tárolókőzetek elérésére, vagy teljesen át nem eresztő kőzetből áteresztő kőzetbe jutására mutat. Ugyanezen az alapon valamely fedő agyagmárgában, egy zárókőzet (ún. cap rock) alatt kialakult, már túlnyomásos zónának érzékelése útján a túlnyomásos tárolókőzetek közelségétől is előrejelzést nyújt. A talpi differenciális hidraulikus nyomás-kiegyenlítés fúrási-sebességnövelő hatása oly érzékeny jelzés, hogy alkalmas vékony átmeneti túlnyomásos agyagmárga szakaszoknak (gyakran ez a hazai eset!) kimutatására is.

Időközben az iszap-szelvényezés (mud-logging) is igen széles körű információt nyújtó, részben manuális, de nagyrészt automatikus szelvényezési rendszerre tökéletesedett. Mai formájában az öblítőárammal folyamatosan a felszínre szállított kőzetszilánkokból és a harántolt tárolókőzetekből származó és az öblítőfolyadékba keveredett fluidumból igen sokrétű, és nagyrészt automatikus eszköz- és műszerállománnyal, és ezek közt is elsősorban az automatikus gázmin-tavevővel és gázkromatográfal — pontos és megbízható információkat szolgáltat az átfúrt kőzetek litológiájáról, a tárolókőzetekről, azok fluidumtartalmáról. Az iszap-szelvényezés nemcsak az összes öblítőáramba került gáz megbízható elemzését adja a mélység függvényében, de megfelelő gázdetektorokkal kiegészítve fi-



gyelmezett a kén-hidrogén-tartalomra, a szén-hidrogén-tartalomra, s a furadéksűrűség, a furadék-ellenállás, az agyagosság változása, a mésztartalom változása alapján a túlnyomásos átmeneti zónára. Az egyszerű iszapszelvény ezzel „formációkiértékelési szelvénné” (formation-evaluation log-gá) szélesedett.

A mélység függvényében ábrázolt iszapszelvényt célszerű egyrészt a fúrási sebességszelvény mellé helyezni, másrészt kiegészíteni az öblítés — mégpedig a beszivattyúzott és a kifolyó öblítés — jellemzőinek (az öblítőfolyadék sűrűségének, viszkozitásának, hőmérsékletének, elektromos ellenállásának, továbbá az öblítés folyadékáramának, illetve a beszivattyúzott és kifolyó folyadékáram különbségének, a körforogó öblítőfolyadék-állomány mennyiségi változásának stb.) folyamatos mérési eredményeivel. Az öblítőfolyadék-jellemzők, valamint az öblítés kifolyóáramának változása, az öblítőkör differenciális folyadékáramának pozitív, vagy negatív ingadozása, valamint az öblítőfolyadék-állomány mennyiségének (vagyis a tároló- és szivó-tartályszintek összesített változásának a fúrás, illetve a fúrószerszám be- és kiépítése közben fellépő) változásai rendkívül fontos információs lehetőséget nyújtanak túlnyomásos tárolóközetek, vagy öblítőfolyadék-vesztéseket okozó formációk elérése, illetve felfedése és az esetleges fellépő fenyegető kitörés, vagy teljes iszapvesztés gyors elhárítása szempontjából.

Ily módon a fúrással egyidejű „fúrási szelvényezés”:

1. A legegyszerűbb formájában, vagyis a fúrási sebességszelvény mellett az alapvető fúrási tényezők mélység szerinti nagysága változásának görbéi (számsorai) betöltik a fúrási műveletet irányító tájékoztatásának szerepét, s alkalmas a művelet szűkebb értelemben vett optimalizálásának megoldására, továbbá természetesen betölti a fúrás idejével való elszámolás és adatgyűjtés feladatát.
2. A fúrási sebesség és a fúrási tényezők, öblítőfolyadék- és öblítési jellemzőkkel kiegészített mélységfüggő regisztrálása, vagyis a kibővített fúrási szelvényezés, úgy is, mint fúrási adatszerző és -elemző rendszer nemcsak betölti a fúrás sebességét, biztonságát érintő tényezők ellenőrzésének feladatát, de alapot nyújt a fúrás szélesebb körű értelmezett optimalizálhatóságának feladatát, de az átfúrt közetekről fontos információkat (közethatárok, túlnyomás, iszapvesztés stb.) is szolgáltat.
3. A mai formájára kialakult, szélesebb körű iszapszelvényezés (mud-logging) és a szélesebb körű fúrási szelvényezés együttese, már formáció-kiértékelő-szelvényezésnek „formation-evaluation-logging”-nak minősül, amely amellett, hogy messzemenően ellátja a fúrás irányításának, ellenőrzésének, technikai értékelésének, optimalizálhatóságának, üzemzavarmentessége megőrzésének feladatát, a fúrásról, az átfúrt közetekről, szinte idővesztés nélkül, oly széles körű információt nyújt, amely szilárd alapot szolgáltat a formáció-kiértékelésre.

## 1.2. A „fúrási szelvényezés” jelenlegi állása, számítógépesített megoldásai

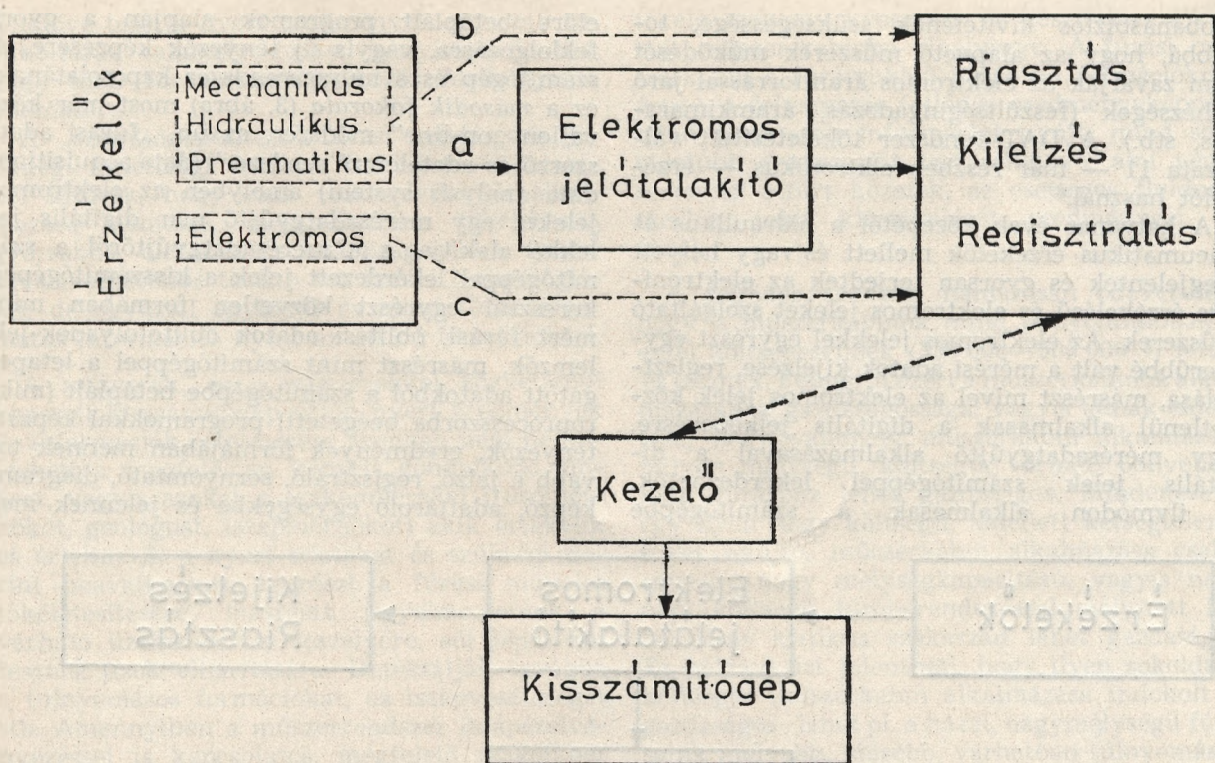
A gyorsabb, olcsóbb, vagyis optimalizált fúrás követelményeit és a fúrások biztonságosabb, üzemzavarmentesebb menetét már a hidraulikus, pneumatikus műszerérzékelőkkel rendelkező műszerekkel mért, s a fúrási sebesség mellett öblítőfolyadék-jellemzőkkel, öblítési tényezőkkel bővített fúrástényező-állomány mélység- és időfüggő szelvénye is kielégíti.

A fúrási tényezők optimalizálásának számítógépes megoldása érdekében kezdetben a regisztrátumokból manuálisan kigyűjtött fúrási adatokat időről időre, vagy a fúrás egy-egy szakaszának lefűrése után, valamely távoli számítóközpontba továbbították, s onnan az optimalizált adatokat visszajuttatták a fúráshoz. Lényegében tehát az előző lefúrt méterek alapján, s nem a pillanatnyi fúrás körülményei alapján optimalizált nagyságúra korrigálták a fúrási tényezőket. A következő megoldás már közvetlen kapcsolatot létesített a számítóközpont és a fúrás között, és pedig úgy, hogy számítóközpont-terminált telepítettek a fúráshoz; ez a megoldás már a fúrás szinte időeltolás nélküli optimalizálási lehetőséget nyújtotta. A kisszámítógépek (asztali, vagy kézi programozható számítógépek) rohamos kapacitásbővülése és olcsóbbá válása elősegítette a számítógépnek magához a fúráshoz való telepítését (természetesen kisszámítógép formájában) és ezzel megteremtette a fúrás helyben lehető optimalizálásának lehetőségét. Ez a ma is gyakori megoldás megfelelő programkönyvtár kifejlesztése után nemcsak a szorosán vett fúrási művelet optimalizálását, tehát a fúrási rotációs idő optimális kihasználását tette lehetővé, hanem a megfelelő programok segítségével a mellékműveletek idejének csökkentését és ezáltal ún. nem fúrási idő felszabadítását tényleges fúrási időre, ami egy-egy adott fúrás teljes lemelvétési idejének fokozott lerövidítését is eredményezte.

A kisszámítógép fúráshoz való telepítése már megfelel a számítógépes fúrási műszerezés ún. *off-line* megoldásának<sup>3</sup>, vagyis a fúrási műszerrendszer és a kisszámítógép egymás mellé helyezett, de nem közvetlen kapcsolatának (2. ábra a változatának). Természetesen a fúrási műszerrendszer és a kisszámítógép *off-line* kapcsolata nem igényli feltétlenül az elektromos jelátalakítót (2. ábra b változata), ha viszont az érzékelők eleve elektronikusak, természetesen elmarad a jelátalakító (2. ábra c változata). A műszerrendszer és a számítógép kapcsolatának ez az *off-line* megoldása egyébként a számítógépes kapcsolati lehetőség legegyszerűbb, első fokozata (3. ábra), az ún. „alapadat-elemző rendszer” (basic data analysis system).<sup>4</sup>

A fúrási műszerrendszer és a számítógép közvetlen — *on-line* — kapcsolatának megvalósulásához, szélesebb körű alkalmazásához szükség volt az elektronikus érzékelésű, elektromos jeleket adó műszerekre, azok elterjedésére. Míg ugyanis az érzékelők hidraulikusak vagy pneumatikusak, ezek hidraulikus (pneumatikus) jeleket a közvetlen számítógépes feldolgozás érde-



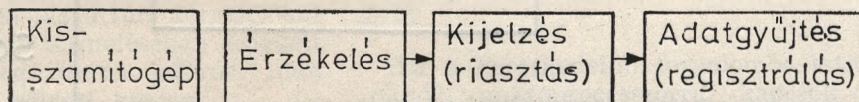


2. ábra.  
A fúrási műszerrendszer és kisszámítógép „off-line” kapcsolata<sup>3</sup>

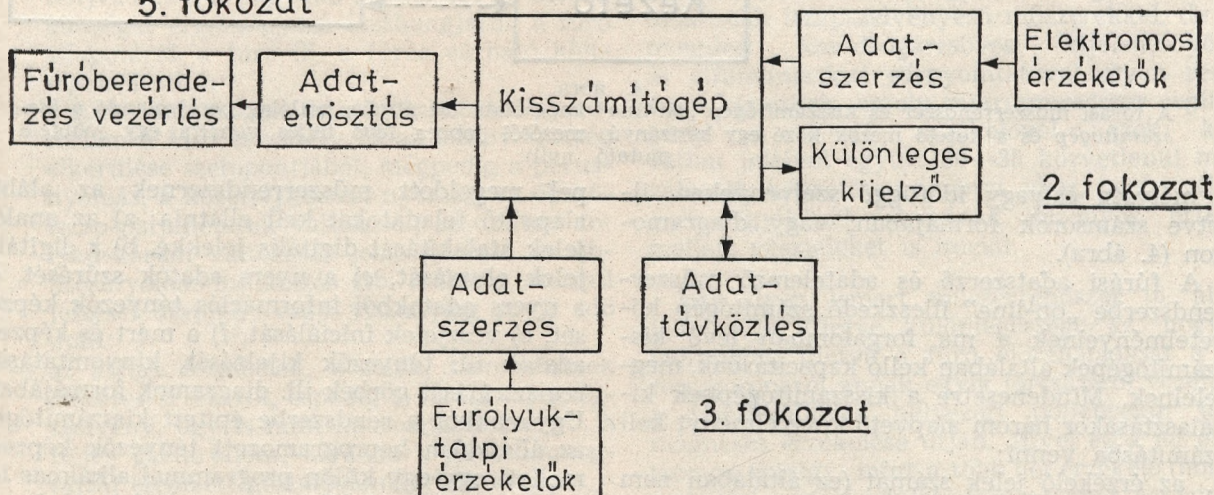
kében előbb elektromos jelekké kellett átalakítani. Ezt a megoldást választotta a 70-es évek elején a hagyományosan hidraulikus érzékelőkkel ellátott műszerrendszerének „számítógépesítéséhez” a Martin Decker gyár. Az ún. DAT (Digital Acquisition Technique) rendszerű mű-

lét átalakító segítségével elektromos jellé átváltva alkalmassá tette az elektromos adatrögzítésre, számítógépes feldolgozásra.<sup>5</sup> Ennek a rendszernek kétségtelen előnye az, hogy a hidraulikus érzékelés miatt elmarad az érzékelők szerében a 7 hidraulikus érzékelésű mérési je-

### 1. fokozat



### 5. fokozat



### 2. fokozat

### 3. fokozat

### 4. fokozat

3. ábra.

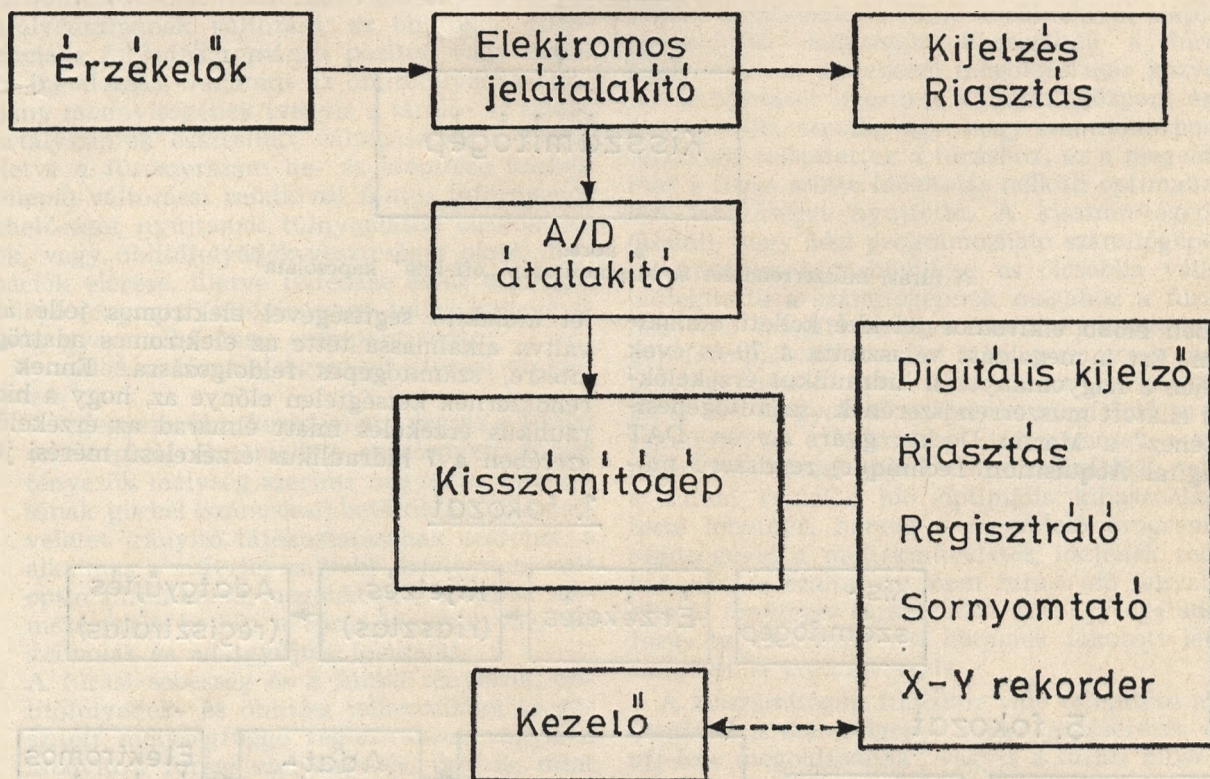
A fúrási műszerrendszer és a kisszámítógépek kapcsolatának fokozatai<sup>4</sup> (az ábra felső sorában a kisszámítógép mezejét úgyszintén kapcsolódás nélkül — negyedik helyen logikusabb feltüntetni)



robbanásbiztos kivitelének szükségessége, továbbá, hogy az alapvető műszerek működését nem zavarják az elektromos áramforrással járó nehézségek (feszültségingadozás, áramkimaradás, stb.). A DAT rendszer tökéletesített változata 11 — már részben elektronikus — érzékelőt használ.<sup>6</sup>

A hatvanas évek közepétől a hidraulikus és pneumatikus érzékelők mellett és/vagy helyett megjelentek és gyorsan terjedtek az elektronikus érzékelésű és elektromos jeleket szolgáltató műszerek. Az elektromos jelekkel egyrészt egyszerűbbé vált a mérési adatok kijelzése, regisztrálása, másrészt mivel az elektromos jelek közvetlenül alkalmasak a digitális jelképezésre. Egy mérésadatgyűjtő alkalmazásával a digitális jelek számítógéppel lekérdezhetők, s ilymódon alkalmasak a számítógépbe

előre betáplált programok alapján a gyors feldolgozásra, vagyis új tényezők képzésére. A számítógép és a műszerrendszer kapcsolatának, ez a *második fokozata* (3. ábra) most már közvetlen „on-line” módszer, az ún. „fűrási adatszerző és adatelemző rendszer” (data acquisition/data analysis system) amelyben az elektromos jeleket egy mérésadatgyűjtő már digitális jelekké alakítja, s a mérésadatgyűjtőről a számítógéppel lekérdezett jelek a kisszámítógépen keresztül egyrészt közvetlen formában mint mért fűrási, öblítési adatok öblítőfolyadék-jellemzők, másrészt mint számítógéppel a letapogatott adatokból a számítógépbe betáplált (mikroprocesszorba beégetett) programokkal képzett tényezők, eredmények formájában mennek tovább a jelző, regisztráló, sornyomtató, diagramképző, adattároló egységekbe és jelennek meg



4. ábra.

A fűrási műszerrendszer és kisszámítógép „on-line” kapcsolata (az ábrára pótlólag berajzolandó a kisszámítógép és a kezelő mezők közé egy kétirányú mezőtől jobbra lévő teljes vonalra egy jobbfelé mutató nyíl)

a mélység és/vagy időfüggő szelvényeken, illetve számsorok formájában, vagy diagramokon (4. ábra).

A fűrási adatszerző és adatelemző műszerrendszerbe „on-line” illeszkedő számítógép követelményeinek a ma forgalomban lévő kisszámítógépek általában kellő kapacitásúak, megfelelnek. Mindenesetre a kisszámítógépnek kiválasztásakor három alapvető követelményt kell számításba venni:

1. az érzékelő jelek számát (ez általában nem haladja meg a 30-at, de maximálisan 50),
2. a mintavétel (letapogatás) frekvenciáját,
3. az egyidejűleg, ún. „real time” módon (0,1 s-ként), teljesítendő feladatok számát és bonyolultságát.

Az adatszerző adatelemző on-line számítógép-

pel megoldott műszerrendszernek az alábbi alapvető feladatokat kell ellátnia: a) az analóg jelek átalakítását digitális jelekké, b) a digitális jelek olvasását, c) a nyers adatok szűrését, d) a nyers adatokból információs tényezők képzését, e) vészjelek iniciálását, f) a mért és képzett adatok ill. tényezők kijelzését, kinyomtatását, regisztrálását görbék ill. diagramok formájában. Ugyanakkor a rendszerbe épített kisszámítógép az állandóan beprogramozott tényezők képzése mellett egy-egy külön programmal alkalmas lehet kívülről betáplált programok futtatására is pl. béléscsöcmentezés műveletének ellenőrzésére, túlnyomásos formáció értékelésére stb.

A műszerrendszer és a számítógép kapcsolatának *harmadik fokozatát* képezi (3. ábra) a második fokozat olyirányú továbbfejlesztése, amely



lehetővé teszi a nyert eredmények egyidejű továbbítását valamely fúrási irányítóközpontba, vagy több fúróberendezés közös főadatgyűjtő állomására.

A „számítógépesített” fúrási rendszerek jelenlegi fejlettségi fokának fenti összefoglalásából kitűnik, hogy ezek valamelyikének alkalmazása nemcsak messzemenően tökéletesíti, gyorsabbá, olcsóbbá és biztonságosabbá, üzembiztosabbá teszi a ma fúrási technológiáját, de egyúttal egyidejű és mind több folyamatos információt nyújt az átfúrt formációkról.

A műszerek, és a műszerekkel közvetlenül kapcsolt kisműveletgép útján nyert eredmények és információk értelmezése azonban nem nélkülözheti a megfelelően képzett gondolkodó embert, vagyis azokat a szakembereket (fúrómérnököt, geológust, iszapmérnököt) akik értékelik és értelmezik a nyert adatokat és szükség szerint beavatkoznak egyrészt a fúrási művelet tökéletesítésére, másrészt figyelmeztetnek a várható üzembiztos veszélyre, sőt lépéseket tesznek azok elhárítására. Detektálják továbbá a túlnyomásos formációkat, az iszapvesztéseket stb. Amennyiben a műszerrendszer iszapszelvényezéssel is kapcsolatos, megfelelő szakember (geológus) a fúrási és iszapszelvény alapján konstatálja a szénhidrogének jelenlétét és a szelvényezési és megfigyelt, manuálisan elemzett geológiai-geokémiai adatokat összesítve „formáció-kiértékelést” is végez.

A fentiekre építve tehát a számítógépesített fúrási szelvényezés és a terméke a fúrási szelvény (drill-log), valamint az erre épülő iszapszelvény (mud-log) illetve ennek formációkiértékelő szelvényre bővített változata (formation evaluation log) lehetővé teszi tehát, hogy a fúrási irányítója, az átfúrt formációkat értékelő geológus, a jövő termelésében érdekelt rezervoármérnök egy-egy méter lefúrása után néhány másodperccel választ kapjon:

- a fúrási művelet hatékonyságáról (a fúrási tényezőknek a nagyobb sebességet és kisebb költséget eredményező összhangjáról, a fúró állapotáról, a fúró ill. a fúrási várható költségeiről stb.);
- a fúrási biztonságát érintő tényezőkről, elsősorban a kitorésveszély és az iszapvesztés elkerülése szempontjából, mégpedig a porúnyomás, a közetrepesztési nyomás, az öblítőiszap-paraméterek változásai, az öblítési folyadékáram változását jelző görbék, az öblítésnyomás-hullámozás stb. mélység szerinti jelzései alapján; vagy viszonylag rövid idő után;
- az átfúrt formációk, kőzetek, tárolókőzetek előzetes értékéről, és pedig a fúrási sebességszelvény, úgy is mint „porozitás-szelvény”, a teljes gáztartalom, továbbá a gázkromatográffal elemzett gáztartalomgörbék alapján.

Mindezeket a felszíni érzékelésű műszereket a fúrási műszerzésteknika mind szélesebb körben bővülő választékban használja a fúrási és iszapszelvényezés módszereinek tökéletesítésére rendszerint a fúrási, az iszap és formáció-kiér-

tékelő szelvény képzésére és készítésére alkalmas műszer-kabinba helyezve. A fúrási műszerkabin a fúrólyukkal harántolt formációkról, éppen a folyamatos fejlődés eredményeképpen, mind pontosabb információt nyújt, mind sokoldalúbb értelmezést tesz lehetővé, ami végső soron az átfúrt kőzetek, az esetleges fluidumtárolók jobb kiértékelését eredményezi (5. ábra).

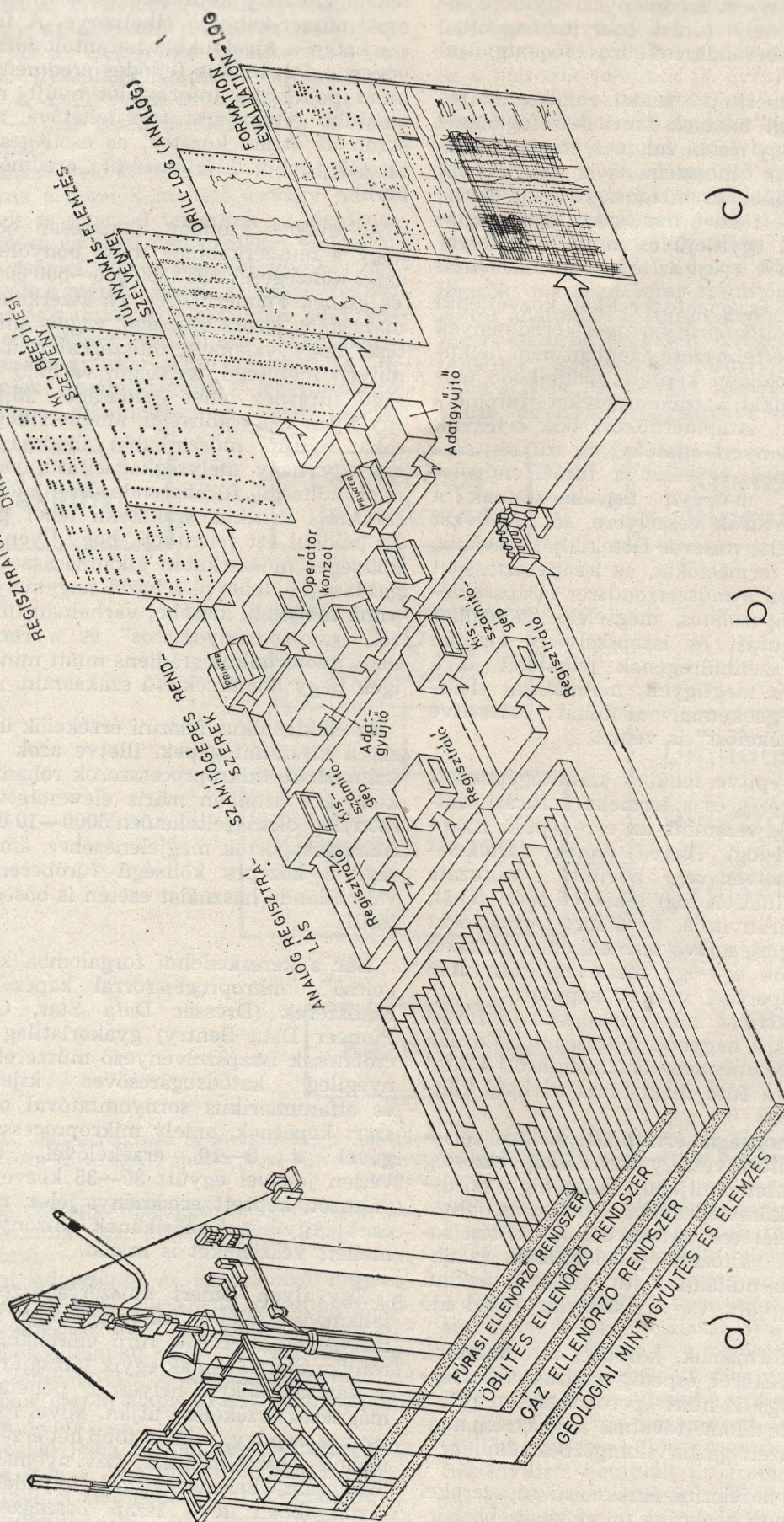
A fejlődés azonban hamarosan odavezetett, hogy a műszerkabinok mind bonyolultabbak, s ezzel költségesebbek (350 000—500 000 \$) lettek és lesznek. Felmerül ezért a műszerkabinok alkalmazásának gazdaságossága, vagyis annak eldöntése, hogy valamely műszerkabin alkalmazása milyen mélységű, költségű, várható bonyolultságú fúráshoz lehet gazdaságos. Mindenesetre egy ilyen nagy költségű, amellyel kétségtelenül sokat nyújtó, műszerkabin alkalmazása csakis egy-egy nagy mélységkapacitású, vagyis nagy napi költségű fúróberendezéssel mélyített kutatófúrás kritikus szakaszán lehet gazdaságos. Ez például azt jelentheti, hogy ilyen sokoldalú, költséges műszerkabin alkalmazása indokolt és gazdaságos lehet pl. a hazai, nagymélységű fúrásaink mélyebb, idősebb, várhatóan túlnyomásos, sőt „szuper-túlnyomásos” és a rendellenesen nagy geotermikus gradiens miatt mindenképpen igen nagy hőmérsékletű szakaszain.

Az elektronikus felszíni érzékelők új megoldásai a kisműveletgépek, illetve azok helyett alkalmazható mikroprocesszorok rohamosan csökkenő ára azonban máris elevezetett olyan viszonylag olcsó (feltehetően 5000—10 000 \$) fúrási műszercsoportok megjelenéséhez, amelyek költsége a közepes költségű fúróberendezéseknél való állandó használat esetén is bőségesen megtérül.

Bár a kereskedelmi forgalomba került ilyen „olcsó”, mikroprocesszorral kapcsolt műszerrendszerek (Dresser Data Star, Geolograph Pioneer Data Sentry) gyakorlatilag nem kapcsolatosak iszapszelvényező műszerekkel, de lényegileg katódsugárcsöves kijelzőernyővel és alfanumerikus sornymatatóval olyan rendszert képeznek, amely mikroprocesszor segítségével a 8—10 érzékelővel, ezek közvetlen jeleivel együtt 30—35 közvetlenül mért változót, képzett eredményt jelez, regisztrál és ezek egyikének-másikának bizonyos értékei mellett vészjeleket is iniciál.

Egy ilyen ismert műszerrendszer (6. ábra) jellemzője, illetve különlegessége az, hogy a mélységet, illetve a fúró előrehaladását a toronykoronáról annak egyik tárcsájáról vezeti le, a tárcsaküllőkre helyezett polieuretán jelek mágneses érzékelése útján. Mivel ez a jel elektromos éppúgy, mint a több hét érzékelő (horogterhelés, asztalfordulat, sziv. nyomás, szivattyú-löketszám, beszivattyúzott folyadék sűrűsége, tartályokban lévő iszap összegzett volume-ne, folyadékáram) elektromos jele, bevezethető a mikroprocesszor bemenő oldalára. A mikroprocesszor az érzékelők 8 jele és a beégetett

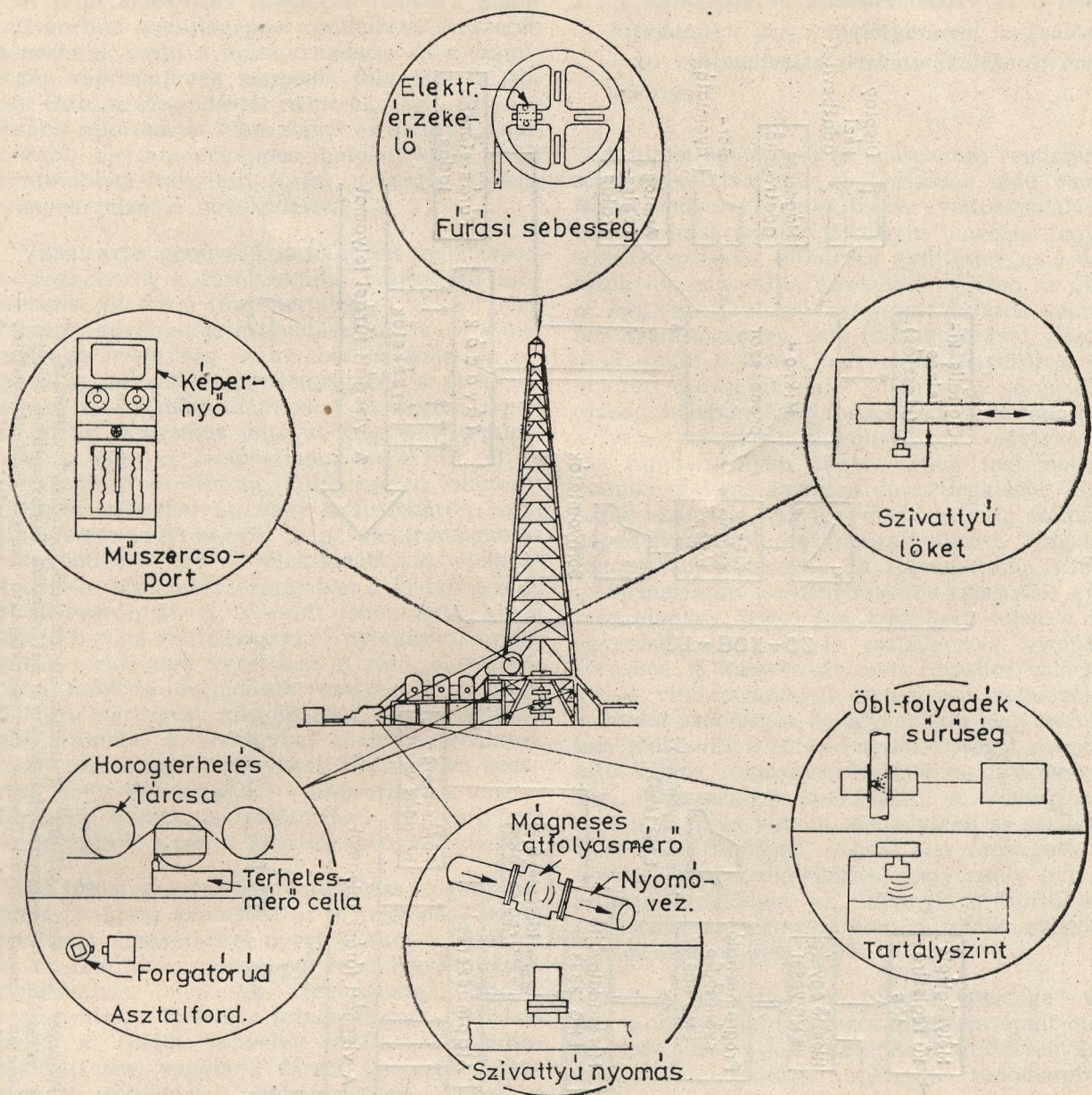




5. ábra.

Egy korszerű fúrási műszerkabin (EXLOG GEMDAS) a) bemenő adatai: 1. A fúrási adattellenőrző rendszer számbavett tényezői (forgatórúd állás, horogterhelés, fúrófordulatszám, forgatónyomaték, állócsőnyomás, gyűrűstényomás); 2. Öblítési adattellenőrző rendszer számbavett tényezői (öblítőfolyadék-sűrűség be-ki, öblítőfolyadék-ellenállás be-ki, beszívattyúzott öblítőáram, differenciális öblítőáram, kifolyó öblítőáram, teljes öblítőfolyadék-mennyiség, töltőtartály-volumen, öblítőfolyadék-hőmérséklet be-ki); 3. Gázellenőrző rendszer számbavett tényezői (szénhidrogén-detektor, gázkrómatorográf,  $H_2S$  detektor, egyéb gáزدetektor). 4. Geológiai mintagyűjtés és elemző rendszer, b) adatfeldolgozó rendszere, és c) eredményei





6. ábra.

Egy mikroprocesszoros fúrási műszerrendszer és érzékelői (Magcobar DATA Star)

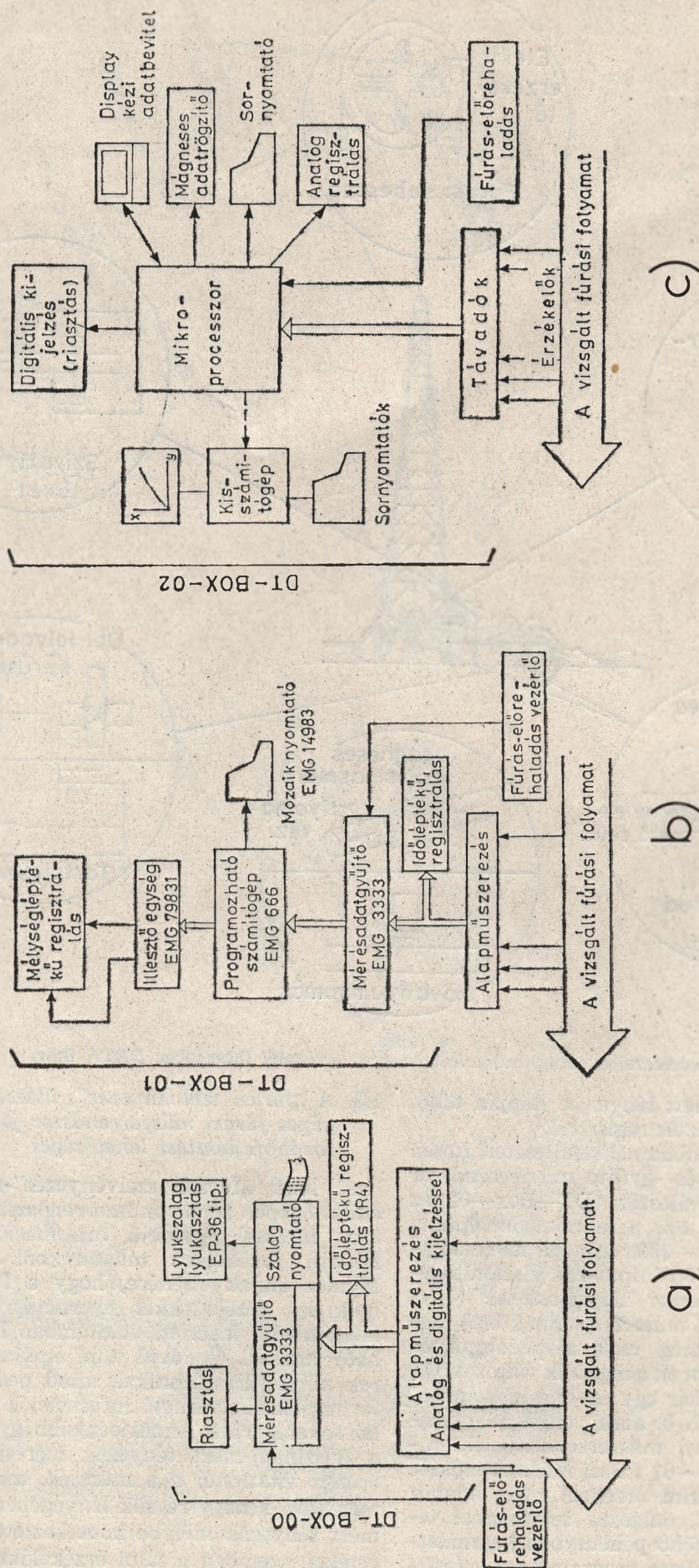
programok által képzett tényezők alapján több, mint 30 tényezőt jelez és regisztrál.<sup>7</sup>

A Kőolajkutató Vállalatnál kifejlesztett fúrási adatszerző-, -elemző és -gyűjtő műszerrendszer tervezett harmadik változata DT—Box—02 az elgondolások szerint már a fenti módon épülne fel, vagyis az EMG—3333 típusú mérésadatgyűjtő és az EMG—666 típusjelű kiszámítógépek egy mikroprocesszor helyettesítésénél<sup>8</sup> (7. c. ábra). Ennek a fúrási műszercsaládnak első tagja (DT—Box—00) még csak alapadatgyűjtőrendszer volt (7. a. ábra); a második változat (DT—Box—01) viszont már egy on-line kiszámítógéppel rendelkezik (7. b. ábra), tehát adatgyűjtő/adatellenőrző fúrási műszerrendszernek minősül. Ez a DT—Box—01 fúrási műszerrendszer 11 elektronikus felszíni érzékelő mért adatait jelzi, regisztrálja, ill. dolgozza fel további tényezőkké; évek óta több példányban használatban van, s máris bőséges programcsomag (software anyag) tartozik hozzá.

### 1.3. A „fúrási szelvényezés”, illetve a számítógépes fúrási műszerrendszer jövője, továbbfejlesztési lehetőségei

A leírt „fúrási szelvényezés”-re alkalmas számítógépes fúrási műszerrendszer által nyújtott, fúrással egyidejű információk kizárólag felszíni érzékelésű műszerekből származtak. Mindez annak ellenére, hogy a fúrás közben lyuktalpi érzékelőkkel nyerhető, de egyelőre még inkább kísérleti stádiumban lévőnek ítéltető fúrással egyidejű talpi érzékelésű műszerek mind fúrástechnikai, mind pedig az átfúrt formációkról nyerhető információk szempontjából sokat ígérőek. Annál is inkább így van ez, mert a felszínen mért tényezők mérési pontossága erősen vitatható, s a mérések számos hibával terheltek, s nagy részük lényegében a felszínen mért tényezők mélybe következtetett nagyságú értékei, szemben a talpi érzékelőkkel ténylegesen mért valódi értékekkel.





7. ábra.

A hazai DT-Box műszerrendszer: a) első, „off-line” változata, b) második „on-line” változata, c) tervezett mikroprocesszoros változata (helyesbítendő feliratok: a *bal oldalon* Sor-nyomtatók helyett Sor-nyomtató — a *jobb oldalon* Display helyett Display és; Sor-nyomtató helyett Szalagnyomtató; Fűrés-előrehaladás helyett Fűrés-előrehaladásvezérlő) (Járdány, K. szerint)



A talpi érzékelésű műszerek adataira alapított on-line számítógéppel rendelkező műszerek képezhetik majd a műszerrendszer és a számítógép kapcsolatának *negyedik fokozatát* (3. ábra). Ettől a megoldástól nemcsak több, és pontosabb információt lehet várni az átfúrt formációkról, de mindenképpen hatékonyabb, s pl. pontosabban irányított fúrást, a fúrási teljesítmények jelentős növekedését.

Világszerte igen sok kutatóintézet foglalkozott és foglalkozik a fúrólyuktalpi érzékelésű műszerezés, illetve a fúrólyuktalpon érzékelt jelek felszínre-továbbítási megoldásaival. A cél minél nagyobb jelsűrűség és továbbítási sebesség elérése. A jeltovábbításra lényegében 4 út kínálkozik: a) nyomáshullámokkal az öblítőiszapon át, b) az akusztikus jeltovábbítás akár a fúrószáron, akár az iszaposzlopon keresztül. c) az elektromos jeltovábbítás különlegesen kiképzett fúrószárvezetékén át, vagy a fúrószáron belül elhelyezett vezetéseken, d) az elektromágneses jeltovábbítás, vagyis a jelek továbbítása elektromágneses hullámok formájában a földkérgen és a fúrószáron át. A felsorolt lehetőségek közül elsősorban az öblítőiszapon át nyomáshullámokkal és elektromos vezetéken át való jeltovábbítással működő megoldások vezettek üzemi használatra már érett megoldáshoz. Gazdaságosságuk azonban a viszonylag rövid használatuk miatt nem eléggé bizonyított. Kétségtelen azonban, hogy elterjedésük — elsősorban a tengeri fúrások, s ott is elsősorban az irányított ferdefúrások terén a közeljövőben valószínű.

A fúrási szelvényezésre alkalmas *ötödik fokozatát* (3. ábra) képezheti az a megoldás, amely lyuktalpi érzékelőkkel nyert jeleket a felszínen az on-line kisszámítógéppel rendelkező műszerrendszerben nemcsak feldolgozza, kijelzi, regisztrálja, hanem folyamatosan felhasználja a fúrási művelet optimalizált automatizálására, vagyis a fúrási tényezők nagyságának folyamatos szabályozására. Ebben a megoldásban, mint minden zárt körű szabályozási rendszerben minden egyes szakasz hibátlan működése, kritikus az egészre nézve. Az egész rendszer ugyanis természetesen hatástalan, ha a kör valamely szakaszában hiba adódik, legyen az maga a műszeres rész, a számítógépes komplexum, vagy a pontatlan érzékelés, a nem pontos modellezés stb. Mindez magyarázatot ad arra, hogy az eddig kialakított ilyen rendszerek nem jutottak túl az üzemi kísérleti fázison.

A fentieket összefoglalva megállapítható, hogy a számítógépesített fúrási műszerezés útján nyerhető egyidejű és folyamatos információszerzés jelentősen fokozza a fúrás biztonságát, a sikeres leemelés valószínűségét; alkalmazásának szükségessége már ezért sem vitatható.

A számítógépes műszerrendszer alkalmazásának gazdaságosságát azonban konkrét számokkal kell igazolni; csak az olcsóbb, gyorsabb — kisebb folyómeterköltségű és teljes fúrási költségű — vagyis a tágabb értelemben optimalizált fúrások indokolhatják rendszeresítését.

2. A számítógépes műszerrendszer és a hozzá kifejlesztett programkönyvtárral megvalósítható optimalizálás várható (elérhető) eredményei

A fúrási adatszerző és adatelemző rendszerek segítségével ma már gyakorlatilag mód van a fúrási művelet szinte összes változójának és ezekből leszármaztatott számos lényeges tényezőnek képzésére, mindezek gyűjtésére és a változók összehasonlító értékelésére. Ezen az úton az egy-egy területen befejezett fúrások adatainak számítógépben való feldolgozásával viszont mód nyílik a fúrási hidraulika tényezőivel kibővített fúrási egyenlet alapján, a görgősfúró csapágykopásának és fogkopásának feltételével, a fúrási művelet optimalizálására, vagyis a fúrás minden olyan tényezőjének matematikai számbavételére, amely a fúrás legkisebb költségét biztosítja. Az így megvalósított számítógépes irányítású optimalizált fúrást, éppen a fokozott műszerezéssel, a folyamatosan jelzett leszármaztatott pórusnyomás és repesztési nyomás alapján, jelentősen közelíteni lehet a kiengyensúlyozott, vagyis szabályozott nyomású fúráshoz. A kiegyensúlyozott fúráshoz való közelítés viszont nemcsak lényegesen megnöveli a fúrási sebességet, de ugyanakkor nagymértékben csökkenti a fúrás folyamatosságát megszakító súlyos üzemzavarok (kitörés, iszapvesztés, megszorulás) kockázatát. A szabályozott nyomású fúrás viszont megköveteli az esetleges fluidumbeáramlással, vagyis már fenyegető kitöréssel, megbomló öblítési engyensúly helyreállítása érdekében az ellennyomás-szabályozó felszerelést és természetesen a totális öblítőfolyadék-tisztító rendszert.

Ezek az utak a „fúrás mestersége”, éppen a fokozott műszerezés alapjaira épült optimalizált fúrás útján mindinkább műszerek, számítógép irányította „mérnöki tudománnyá” válik.

Visszatérve az optimalizált fúrás *Lummus*<sup>9</sup> szerinti már idézett definíciójára, vagyis arra, hogy „a fúrás optimalizálása minden olyan fúrási tényezőnek matematikai számbavétele, amelyik a fúrás legkisebb költségéhez vezet”, ez a meghatározás azt is jelenti azonban, hogy a fúrás optimalizálását nem a szűkebb értelemben vett módon, tehát nem egyszerűen a fúróterhelés és a fúrófordulatszám legkisebb költségét eredményező társítása módján, hanem sokkal szélesebb alapon kell értelmezni.

A tágabb értelemben vett fúrásoptimalizálás szerint az adott fúrási feladatra legalkalmasabb (kellő) teljesítményű, jellemzőjű gépekből, eszközökből, műszerekből összeállított fúróberendezés kiválasztásából kiindulva a legkedvezőbb fúrólyukszerkezet, beléscsővezetés és cementezés tervezésén, továbbá magának a szoros értelemben vett fúrási folyamatot befolyásoló tényezők számbavételén kívül minden olyan művelettel



kapcsolatos időmegtakarítást, eszköz kiválasztást, anyagmegtakarítást eredményező tényező matematikai számbavételére alapított számítógépes program alkalmazása lehet szükséges és/vagy célszerű, amely a fúrási költséget közvetlenül, vagy közvetve befolyásolja. A mind mélyebb, mind bonyolultabb körülmények közt mélyülő szénhidrogéncélú fúrások költségeinek a növekvő anyagköltségek és bérköltségek ellenére való csökkentése, vagy legalábbis szintentartása ugyanis a szénhidrogénkutatás és -termelés gazdaságosságának alapkövetelménye; különösen indokolt a mélyfúrás ilyen széles körben értelmezett optimalizálása ott, ahol bonyolultabb körülmények állnak fenn.

A mélyfúrás költségtényezőinek, a közvetlen és közvetett anyagfelhasználáson kívül — mint közismert — igen nagy súlya van az időtényezőnek<sup>1</sup>. Az optimalizálást szolgáló fúrási számítógépes programok egy részének eredménye ugyan anyagtakarékosság, de végső soron azonban jelentős részének célkitűzése közvetlenül, vagy közvetetten időmegtakarítás. Az utóbbi csoportba sorolható számítógépes programok célja az összes (teljes) fúrási időből

- egyrészt az összes „nem fúrási idő”, s ezen belül az ezt összetevő részeit csökkentése annak érdekében, hogy az összes fúrási idő minél nagyobb hányada legyen „tisztá fúrást”-ra fordítható;<sup>10</sup>
- másrészt azonban, mivel a „tisztá fúrási idő” belül a fúrási folyamat optimalizálása alapkövetelmény, egyidejűleg számba kell venni, megfelelő számítógépes programok segítségével, az összes fúrás befolyásoló tényezőt a gyorsabb és olcsóbb fúrás érdekében.

Természetesen mivel a fúrási folyamat optimalizálása főleg a gyorsabb fúrás útján csökkenti a fúrási költségeket, s a nagyobb sebességű fúrással rövidülő rotációs idő csökkenti a „tisztá fúrási idő” hányadát az összes fúrási időben, mindez maga után vonja a „nem fúrási idő” növekedését az összes fúrási idő %-ában. Ez a tény már önmagában is elengedhetetlenné teszi a „nem fúrási idő” összetevőinek matematikai összefüggések alapján végzett számítógépes optimalizálását.

Mindebből következik, hogy semmiképp sem lenne helyes út a számítógépes fúrástechnológiai programgyűjteményt szorosan a fúrási művelet, vagyis csak a „tisztá fúrási idő” jobb kihasználását célzó folyamat optimalizálására korlátozni. Különösen áll ennek a megállapításnak érvényessége arra az esetre, ha valamely fúrási vállalkozás összes fúróberendezésének átlagos időmérlegében a tisztá fúrási időhányad viszonylag kicsi.

Hogy mit eredményezhet a számítógépes műszerrendszerhez, vagyis valamely, akárcsak off-line számítógépes kapcsolattal rendelkező műszerrendszerhez tartozó programgyűjtemény segítségével a tisztá fúrási időre fordított időhányad

javítása és mit jelent a fúrási sebesség növelése, arra nézve példaként álljanak egy 25 fúróberendezéssel dolgozó fúrási vállalkozó feltételezett legfontosabb fúrási teljesítménymutatói. Legyen ennek a 25 aktív fúróberendezéssel dolgozó fúrási vállalkozásnak a tisztá fúrási időhányada 30%, amelyhez 6,0 m/h átlagos fúrási sebesség és 2200 m átlagos fúrómélység tartozik. A felsorolt adatoknak megfelelően a fúrási vállalat fúróberendezésként és évenként 15 770 m-t fog teljesíteni, vagyis az összes fúrási méter kereken évi 395 000 m lesz.

Ha a számítógépes műszerrendszerhez tartozó programkönyvtár következetes alkalmazásával a „nem fúrási idő” tételeinek csökkentése útján 10%-ot sikerülne a „tisztá fúrási idő” időhányada javára felszabadítani, vagyis a „tisztá fúrási időt” 40%-ra növelni (I. feltételezés); ez, a fúrási sebesség szintentartása és azonos átlagos fúrási mélység és jelleg szerinti megoszlás feltétele mellett, azt eredményezné, hogy egy-egy fúróberendezésre 876 órával több tisztán fúrást fordítható idő jutna. A megnövekedett fúrási időt változatlanul feltételezett 6,0 m/h fúrási sebességgel kihasználva, egy-egy fúróberendezés 5250 m-rel többet fúrhatna évenként, vagyis egy-egy fúróberendezésre eső évi fúrt méterszám kereken 21 000-re emelkednék. Ezen az úton kiindulásként választott évi 395 000 m fúrási volumet (megrendelt fúrás, tervezett fúrás) 25 aktív fúróberendezés helyett 18,8 fúróberendezéssel, némi biztonsággal 19-cel, teljesíteni lehetne. Ez évenként 6 fúróberendezés egyenként 60-60 millió ún. fixköltségének, összesen 360 millió Ft-nak megtakarítását eredményezné, de enyhítene pl. a nálunk, de világszerte is jelentkező és mind nehezebben megoldható munkaerőgondokon is.

A „tisztá fúrási idő” jobb kihasználását a fúrási folyamat optimalizálását célzó programok segítik, s ezek alapján mindenképpen várható azonban a fúrási sebesség növekedése. Ha ezen az úton a szóban forgó fúrási vállalkozás fúróberendezéseinek átlagában 8—10%-kal sikerülne növelni a fúrási sebességet (ez a növelési arány realisan elvárható), akkor a kiindulásnak vett 6,0 m/h fúrási sebességről 6,6 m/h-ra növekedne a sebesség. Ez a 30%-os tisztá fúrási idővel számolva (II. feltételezés) 17 350 m/fúróberendezésenkénti évi fúrási méterszámhoz vezetne, s akkor ez, a 395 000 m évi teljesítéséhez 22,7 fúróberendezés (kereken 23) fúróberendezés alkalmazását tenné szükségessé; a várható évi megtakarítás pedig, a két berendezés leállításából  $2 \times 60 = 120$  millió Ft-ot tenne ki. Ha viszont a fokozott műszerezés és a számítógépes programok következetes alkalmazásával sikerülne a 40%-os tisztá fúrási időt és a 6,6 m/h átlagos fúrási sebességet is elérni (III. feltételezés), akkor a 395 000 m évi összteljesítéshez elegendő volna 17,1 (felkerekítve 18) fúróberendezés üzemben tartása a teljesítéshez. Az utóbbi esetben a leállítható fúróberendezésenként az évi 60 milliós megtakarítással számolva 420 millió Ft évi megtakarításra nyílhatna mód.

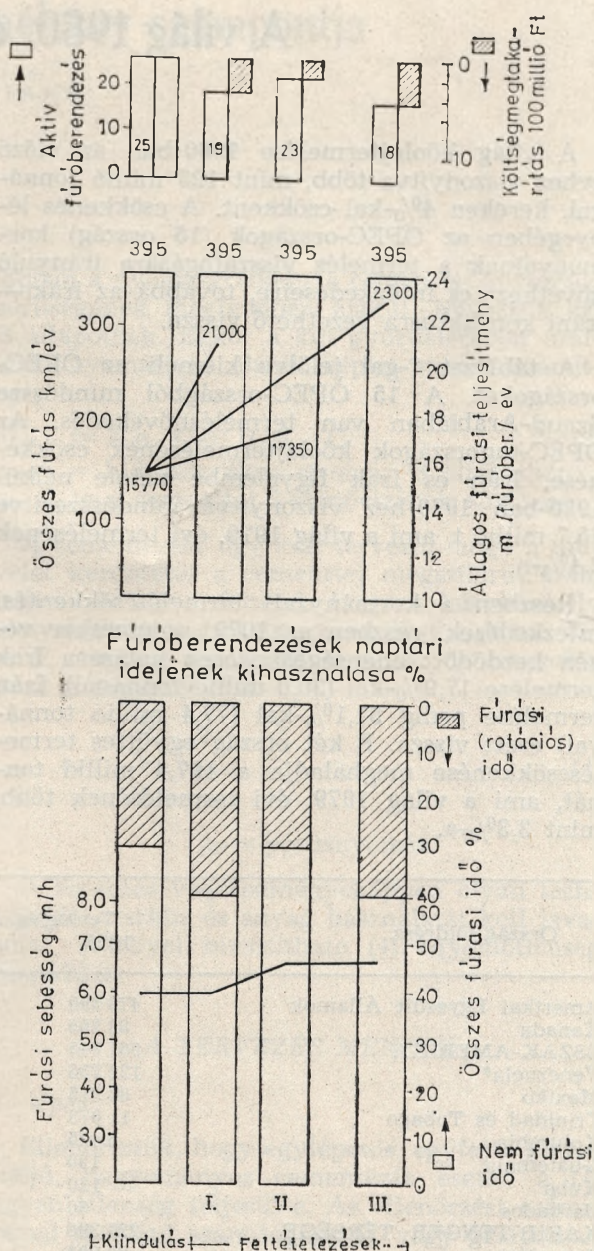


A fenti hozzávetőleges kalkulációk élesen rávilágítanak arra, hogy a fúrás teljes lemélyítési folyamatát, s ezen belül a fúrási folyamat optimalizálását célzó számítógépes programok következetes alkalmazásával elért, igen szerényen számításba vett eredmények — mindössze 0,6 m/h fúrási sebességnövekedés és a tisztán fúrásra fordított időhányad kedvezőbb (30%-ról 40%-ra) szintre emelése — alapján igen jelentős költségmegtakarítás — közel fél milliárd Ft a példa esetében — volna elérhető.

Igen nagy az ellenértéke tehát valamely fúrási vállalkozás műszerrendszere korszerűsítésének, és számítógéppel való kiegészítésének, valamint e műszerrendszerhez megfelelő programrendszer, programkönyvtár kifejlesztésének. A vázolt példa szerint 360–420 millió Ft-tal szemben áll kb. 20 fúróberendezés ellátása számítógépes műszerrendszerrel maximálisan 100 millió, és két fúróberendezés ellátása a fúrási- és iszapszelvényezésre, valamint formációkiértékelő szelvényezésre alkalmas fúrókabinnal kb. 35 millió Ft beruházási költséggel (megjegyzendő, hogy a számítógépes műszerrendszerrel, illetve a hozzátartozó programkönyvtár alkalmazásával elérhető, sőt elvárható megtakarítással szemben, a példaként felvett fúrási vállalkozás fúróberendezés-állományának teljesen új műszerekkel való ellátása van szembeállítva!)

#### Felhasznált és idézett irodalom:

1. Roenneke, H.: Möglichkeiten und Grenzen in der Entwicklung neuer Tiefbohrtechnologien. Erdöl—Erdgas—Zeitschrift. 1979. p. 259—167.
2. Gyulay Z.—Alliquander Ö.—Jesch A.: A fúrólyuk mint információ forrás. Kőolaj és Földgáz 1976. p. 321—329.
3. Parigot, Ph.: Computers to play increasing role in drilling operations. Oil and Gas Journal 1980 March 17. p. 97—8, 103—3, 109.
4. Zamora, M.—Villareal, H.: How to size computers for drilling optimization. Oil and Gas Journal, 1979. Dec. 3. p. 85—9.
5. — Here comes to black box. Drilling 1976. May. p. 35—39.
6. Terbrack, W.—Stivers, G. S.: Drilling instruments promote efficiency, safety. Petroleum Engineer, 1979. May. p. 76, 78, 80, 82.
7. Messano, E. A.: Data acquisition. Offshore Technology Conference, Preprint No. 3418 (1979).
8. Tóth B.—Járdány K.: Fúrási paraméterek folyamatos rögzítése és számítógépes feldolgozása. Kőolaj és Földgáz 1980. p. 51—6.
9. Lummus, J. L.: Factors to be considered in drilling optimization Contractor 1969. Nov.—Dec. p. 33—42.
10. Kidd, J. P.: How to out drilling costs by reducing nondrilling time. Oil and Gas Journal. 1972. 36. p. 91—3.



8. ábra.

Számítógépes műszerrendszer és a hozzátartozó programkönyvtár alkalmazásával elérhető aktív fúróberendezés- és költség-megtakarítás (felső diagram); összes fúrt méter és átlagos fúrási teljesítmény (középső diagram, melyen azonban a 2300 javítandó 23 100-ra és a jobb oldali ordináta mértékegysége pedig 100 m/fúróber./év-re), mindez azokkal a feltételezésekkel, hogy: I. a fúrási sebességet 8–10%-kal sikerül növelni, II. „a nem fúrás idő” 10%-kal sikerül a „tisztá fúrás idő” javára csökkenteni, III. mind a fúrási sebesség növelése, mind pedig a 10%-os „tisztá fúrás idő”-növekedés is érvényesül.



# A világ 1980. évi kőolajtermelése

A világ kőolajtermelése 1980-ban az előző évhez viszonyítva több, mint 123 millió tonnával, kerekén 4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal csökkent. A csökkenés lényegében az OPEC-országok (15 ország) kormányainak a termelés visszafogására irányuló következetes intézkedéseire, továbbá az iraki—iráni konfliktusra vezethető vissza.

A táblázat \*-gal jelölve kiemeli az OPEC-országokat. A 15 OPEC-országból mindössze Szaud-Arábiában van termelésnövekedés. Az OPEC-tagországok kőolajtermelésének csökkenése, Irán és Irak figyelembe vétele nélkül 1980-ban 1979-hez viszonyítva mindösszesítve 75,7 millió t, ami a világ 1979. évi termelésének 2,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-a.

Részen a kormányzati termeléscsökkentési intézkedések, részben az 1979. szeptember végén kezdődött ellenségeskedések hatására Irak termelése 17,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal (30,0 millió tonnával), Irán termelése pedig 51,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal (77,4 millió tonnával) esett vissza. E két ország együttes termelésű csökkenése meghaladja a 107,4 millió tonnát, ami a világ 1979. évi termelésének több, mint 3,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-a.

Az OPEC-tagországok összes termelésű csökkenése meghaladja a 183,0 millió tonnát, ami a világ 1979. évi termelésének kerekén 5,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-át jelenti. Ennek a nagyarányú termelésű csökkenésnek a következménye, hogy az OPEC-tagországok 1980-ban a világ kőolajtermelésének már csak 43,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-át szolgáltatták, míg a megelőző évben a világtermelés 47,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-át mondhatták magukénak és ugyanezen évhez viszonyítva termelésű most 12,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal csökkent.

Nem minden kőolajtermelő terület mutat ilyen képet. 1980-ban Észak-Amerika 0,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal, a Karib-tenger térsége 8,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal, egyéb Latin-Amerika 3,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal, Nyugat-Európa 7,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal, Kelet-Európa 2,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal termelt több kőolajat, mint amennyit 1979-ben. A felsorolt területek több kőolajat, mint amennyit 1979-ben. A felsorolt területek többlettermelésű összesen 51,4 millió t.

Az egyes országok közül a legnagyobb termelésű növekedést Mexikó (29,2 millió t), Szovjetunió (17,0 millió t), az USA (6,4 millió t) és Norvégia (5,4 millió t) érte el.

A világ becsült kőolajtermelésű az alábbi táblázat szemlélteti:

Ország/földrész	Termelés, ezer t		Változás %	Részarány a világtermelésűben	
	1979	1980		1979	1980
Amerikai Egyesült Államok	478 590	485 000	+1,3	15,0	15,8
Kanada	83 255	82 000	—1,5	2,6	2,7
ÉSZAK-AMERIKA	561 845	567 000	+0,9	17,6	18,5
Venezuela*	122 755	113 000	—7,9	3,8	3,7
Mexiko	80 815	110 000	+36,1	2,5	3,6
Trinidad és Tobago	11 073	11 300	+2,1		
Kolumbia	6 425	5 765	—10,3		
Guatemala	150	300	+100,0		
Kuba	120	120	—		
Barbados	60	60	—		
KARIB-TENGER TÉRSÉGE	221 398	240 545	+8,7	6,9	7,8
Argentina	23 905	25 000	+4,6		
Ecuador*	10 515	10 000	—4,9		
Peru	9 360	9 800	+4,7		
Brazília	8 520	9 300	+9,2		
Chile	970	1 530	+57,7		
Bolívia	1 355	1 150	—15,1		
EGYÉB LATIN-AMERIKA	54 625	56 780	+3,9	1,7	1,9
Egyesült Királyság	77 854	80 000	+2,8	2,4	2,6
Norvégia	18 288	23 700	+29,6		
Német Szövetségi Köztársaság	4 772	4 685	—1,8		
Olaszország	1 826	1 950	+6,8		
Ausztria	1 728	1 550	—10,3		
Hollandia	1 582	1 600	+1,1		
Spanyolország	1 165	1 500	+28,8		
Franciaország	1 241	1 330	+7,2		
Dánia	431	350	—18,8		
NYUGAT-EURÓPA	108 887	116 665	+7,1		
Szovjetunió	586 000	603 000	+2,9	18,4	19,7
Románia	12 323	12 000	—2,6		
Jugoszlávia	4 143	4 200	+1,4		
Albánia	3 000	3 500	+16,7		
Magyarország	2 030	2 050	+1,0		
Lengyelország	330	300	—9,1		
Bulgária	260	260	—		
Csehszlovákia	110	100	—9,1		
Német Demokratikus Köztársaság	55	55	—		

(Folytatás a 68. oldalon)



# Cementezéstervezés néhány szempontja

TORNYI LAJOS

Esetenként tapasztalható a kutak beléscső-cementezés közbeni folyadékvesztesége, vagy a cementezést követő kútbeindulás a gyűrűster-oldalon (pl.: 1980-ban a Bike—1., Köt—1. fúrások) és gyakori a cementpalásthiba, melynek egy része a cementkő szilárdulás közbeni átgázosodásából, vagy utólagos járatosodásából ered.

A folyadékveszteség ismert jelenség. A kútbeindulás, a gázosodás (annak ellenére, hogy a kútban lévő folyadékoszlopból adódó hidrosztatikus nyomás elméletileg ellensúlyozza a pórusnyomást) az utólagos járatosodás csak legutóbb vált magyarázhatóvá.

Feladatunk volt az ismert és a lejátszódó jelenségek miatt a rétegtartalom kútba áramlását, valamint a folyadékveszteséget kiküszöbölni úgy, hogy megfelelő eljárást, módszert, anyagok és eszközök használatát javasoljunk.

## BEVEZETÉS

Folyadékveszteség lép fel, ha a kútban előálló nyomás nagyobb, mint a repesztési nyomás. Ezt cementezésnél öblítési és statikus állapotban is ki kell küszöbölni. Fenn kell állni a következő egyenlőtlenségnek:

$$p_{hs} < p_{h\phi} < p_r \quad (1)$$

$p_{hs}$  = hidrosztatikus nyomás a kútban

$p_{h\phi}$  = öblítés közben a kútban lévő nyomás

$p_r$  = repesztési nyomás

A cementtej a szilárdulás kezdetéig hagyományos folyadékként viselkedik. Nevezzük ezt A állapotnak.

Cementezés után közvetlenül a kútban lévő nyomás a gyűrűsterben az azt feltöltő folyadék sűrűségéből adódik:

$$p_{hsA} = H_i \rho_i C + H_c \rho_c C \quad (2)$$

$H_i$  = a gyűrűsterben lévő iszaposzlop hosszsága

$p_{hsA}$  = a hidrosztatikus nyomás A állapotban

$\rho_i$  = a gyűrűsteret feltöltő iszap sűrűsége

$C$  = állandó

$H_c$  = a gyűrűsterben lévő cementtej oszlop hosszsága

$\rho_c$  = a gyűrűsteret feltöltő cementtej sűrűsége.

Cementezést követően, a Texas A M Egyetem Kutatási Alapítványa és az Exxon Co., USA vizsgálatai szerint (1) ettől eltérően viselkedik. A még számítható legkedvezőtlenebb állapot szerint szilárdulás folyamán, a cementtej osz-

lopban a nyomásgradiens a cementtej keverővíz sűrűségének megfelelően alakul. Nevezzük ezt B állapotnak. Ekkor a kút gyűrűsterében uralkodó nyomást az alábbi képlet szerint számíthatjuk:

$$p_{hsB} = H_i \rho_i C + H_c \rho_k C \quad (3)$$

$p_{hsB}$  = hidrosztatikus nyomás B állapotban

$\rho_k$  = a cementtej keverővizének sűrűsége

A cementezést úgy kell tervezni, hogy a művelet kezdetétől a cementtej megszilárdulásáig teljesüljön az a feltétel, hogy a kút bármely mélységében a gyűrűsterében lévő nyomás kisebb, mint a repesztési nyomás, de nagyobb, mint a pórusnyomás.

$$\begin{matrix} & > & p_{h\phi} & > \\ p_r & > & p_{hsA} & > & p_{pr} \\ & > & p_{hsB} & > \end{matrix} \quad (4)$$

$p_{pr}$  = pórusnyomás

A tervezés végeredményeképpen olyan technológiát, eszköz és anyag használatát kell javasolni, amellyel biztosítható (4) egyenlőtlenség fennállása.

## A TERVEZÉS MENETE

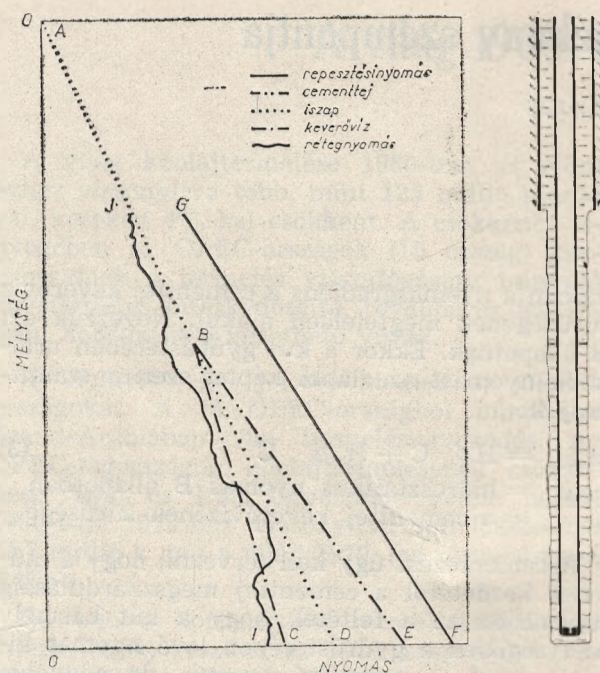
### 1. lépés

Ellenőrizzük, hogy egylépcsős, egyfajta kötés-idejű, hagyományos cementezés esetén a (4) egyenlőtlenség teljesül-e. Az ellenőrzést számítással (például számítógéppel), vagy grafikusan végezhetjük. A szemléletesség érdekében a grafikus eljárást tárgyaljuk. A számítógépes programot ennek megfelelően lehet csinálni. Az 1. ábrán az ABE nyomásvonal jelzi az A állapotban a hidrosztatikus nyomás alakulását ( $p_{hsA}$ ). Az ABC nyomásvonal jelzi B állapotban a hidrosztatikus nyomás alakulását ( $p_{hsB}$ ). A GF nyomásvonal (valóságban síkgörbe) a repesztési nyomás értékét mutatja. A pórusnyomást az JI síkgörbével jelöltük. Amennyiben ABC-görbe nem metszi JI-görbét, és a GF-görbénél csupa kisebb értékeket tartalmaz az ABE-görbe, akkor a vizsgált keverővíz sűrűséggel, az előírt sűrűségű cementtejjel, egy lépcsőben a cementezés hagyományosan elvégezhető az adott körülmények mellett. Amennyiben nem (1. ábra), akkor 2. lépés szerint járunk el.

### 2. lépés

Megvizsgáljuk melyik görbék metszik egymást. Amennyiben a JI pórusnyomás görbét metszi ABC a B állapot hidrosztatikus nyomás-



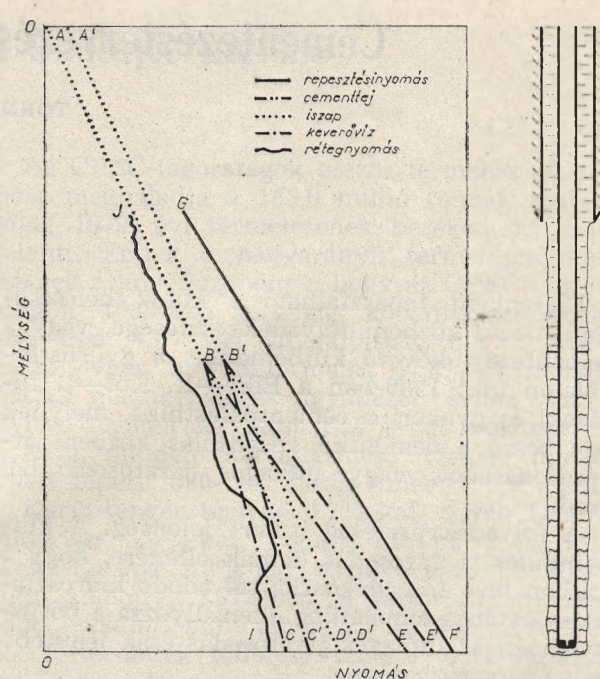


1. számú ábra. Cementezés utáni állapotok.

vonala ( $p_{hsB}$ ) a 3. lépés szerint járunk el. Amennyiben a GF görbét metszi az A állapot hidrosztatikus nyomásvonala ABE ( $p_{hsA}$ ) a 4. lépés szerint járunk el.

### 3. lépés

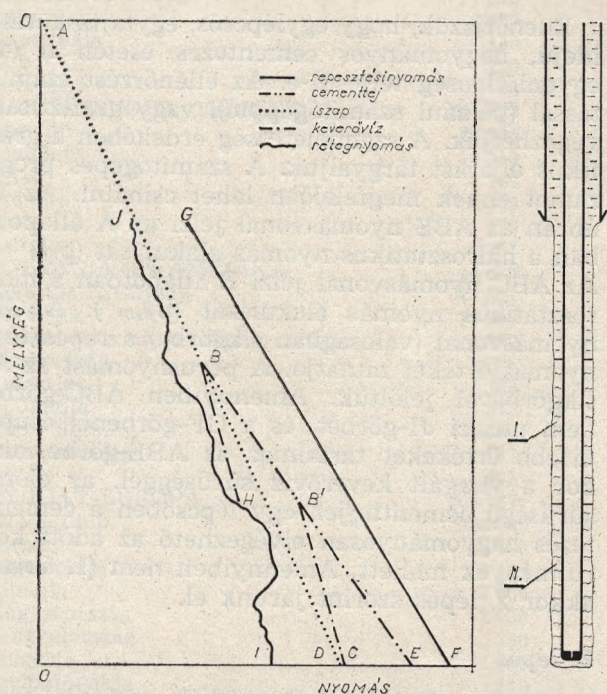
Megvizsgáljuk, hogy a cementtej oszlop teljes hosszát több szakaszra bontva (minőségileg, vagy lépcsőben), cementezés után csököz oldali kútfejnyomás alkalmazásával, az iszap sűrűségének a növelésével, vagy más módon biztosít-



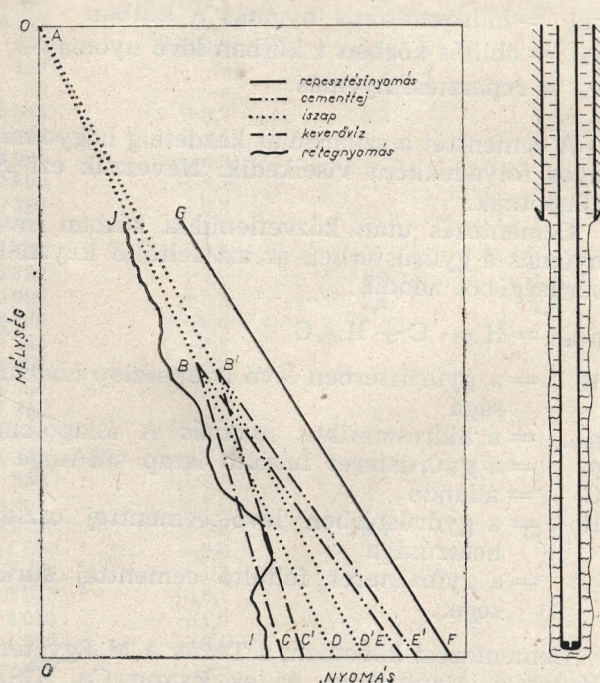
3. számú ábra. Cementtej elhelyezése után a gyűrűstérre gyakorolt felszíni nyomással a kútbeindulás elkerülhető.

ható az ABC és a JI görbék metszésének az elkerülése az alábbi megoldási változatok szerint:

3.1. A cementtej oszlopot (kötés kezdeti ideje szerint) I. és II. szakaszra bontjuk (2. ábra). A cementtej oszlop felső szakaszának (I.) a kötés kezdeti idejét nagyobbra (pl.: 5 óra) állítjuk. A cementtej oszlop alsó szakaszának (II.) a kötéskezdeti idejét kisebbre (pl.: 3 óra) állítjuk. Így a cementelhelyezés után közvetlen a lyuk gyűrűstérében a nyomás az ABB'E nyomásgörbe szerint alakul. Kis idő múlva a II. szakasz ce-



2. számú ábra. Kisebb (II.) és nagyobb (I.) kötéskezdetű cementtej alkalmazásával a rétegnyomás kiegyensúlyozható.



4. számú ábra. Cementezés utáni kútbeindulás elkerülésének esetenkénti legjobb megoldása az iszapsűrűség megnövelése.

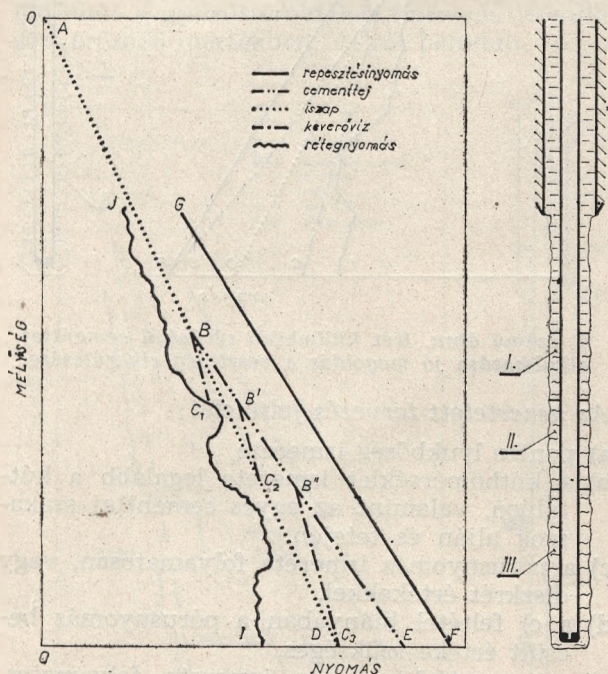


menttej B állapotba kerül, ugyanakkor I. szakasz cementtejj marad A állapotban. Ekkor a nyomás az ABB'C görbe szerint alakul. A II. cementtej szakasz megszilárdulása után kerül csak I. cementtej szakasz B. állapotba. A kút gyűrűsterében a nyomás ekkor az ABH görbe szerint alakul.

3.2 Amennyiben lehetőségünk van és szükséges cementezés után a kútfej gyűrűstér oldalára adjunk nyomást (3. ábra). Így a cementezés után közvetlen a nyomás a kút gyűrűstér oldalán az A'B'E' görbe szerint alakul. A cementtej szilárdulás kezdetétől a gyűrűstér nyomása az A'B'C' görbe szerint alakul.

3.3. A fúrás közben alkalmazott iszap sűrűségét cementezés előtt megnöveljük (4. ábra). A 4. ábrán látszik, hogy amennyiben kisebb sűrűségű iszap lenne a kútban a B állapotban az ABC nyomásgörbe metszené JI pórusnyomás görbét. A pórusnyomás nagyobb lenne, mint ekkor a kútban lévő hidrosztatikus nyomás ( $p_{hsB}$ ). A rétegtartalom beáramlana a kútba. Az iszapsűrűség megnövelésével elérjük, hogy B állapotban sem csökken a kútban lévő nyomás ( $p_{hsB}$ ) a pórusnyomás alá. A 4. ábrán az látszik, hogy AB'C' görbe értéke tetszőlegesen választható mélységben nagyobb, mint JI pórusnyomás görbe értéke.

3.4. Az alkalmazott iszap sűrűségéből adódó hidrosztatikus nyomásgörbe és a pórusnyomás görbe amennyiben hosszan közel van egymáshoz — kicsi az eltérés adott mélységben a két nyomás között — előfordulhat, hogy három különböző kötésekezdetű cementtejet kell alkalmazni (5. ábra). Cementelhelyezés után közvetlen (A állapot) a nyomás az ABE vonal szerint alakul a kút gyűrűsterében (5. ábra). A három



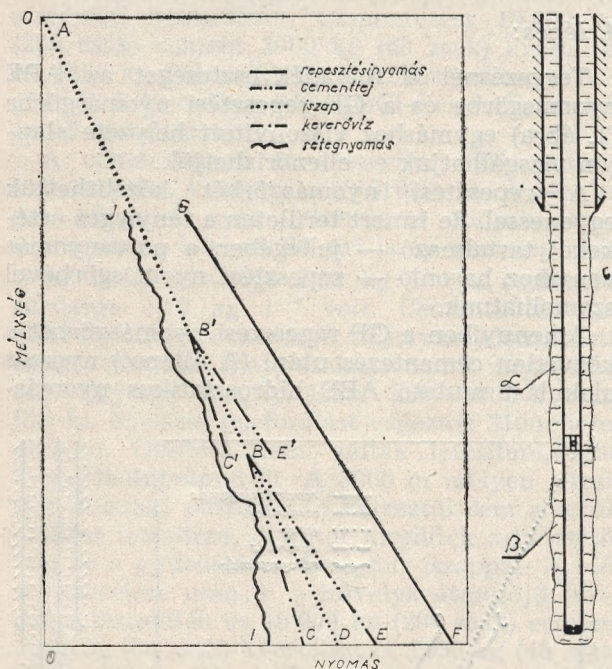
5. számú ábra. Három különböző (I.), (II.), (III.) kötésrendszerű cementtej alkalmazásával a kút alul-ellensúlyozás elkerülhető.

különböző kötésekezdetű cementtejj közül a III. jelű a legrövidebb (pl.: 3 óra), a II. jelű követi (pl.: 6 óra) és az I. jelű a leghosszabb (pl.: 9 óra) kötéseidejű.

Először a III. jelű cementtejj kerül B állapotba. Ez idő alatt a II. és I. jelűek A állapotban vannak. Ekkor a kútban a nyomás az ABB'B'C<sub>3</sub> nyomásgörbe szerint alakul. A III. jelű cement szilárdulása után kerül II. jelű cementtejj B állapotba. Ekkor az I. jelű cementtejj még mindig A állapotban van.

A kút gyűrűsterében lévő nyomás az ABB'C<sub>2</sub> nyomásgörbe szerint alakul ekkor. Miután a II. és korábban már a III. jelű cementtejj megszilárdult (négy ugyan nem érte el végső szilárdságát), akkor kerül az I. jelű cementtejj csak B állapotba. A kút gyűrűsterében a nyomás akkor az ABC<sub>1</sub> nyomásgörbe szerint alakul. A kútban lévő nyomás így mindenkor és mindenhol nagyobb, mint a pórusnyomás.

3.5. Kétlépcsős cementezés a cementezés utáni réteg alulegyensúlyozás kiküszöbölésére is alkalmas módszer (6. ábra). Az első lépcső cementezése után B állapotban a gyűrűstér nyomása az AB'BC nyomásgörbe szerint változik (6. ábra). A második lépcső cementezését az első lép-

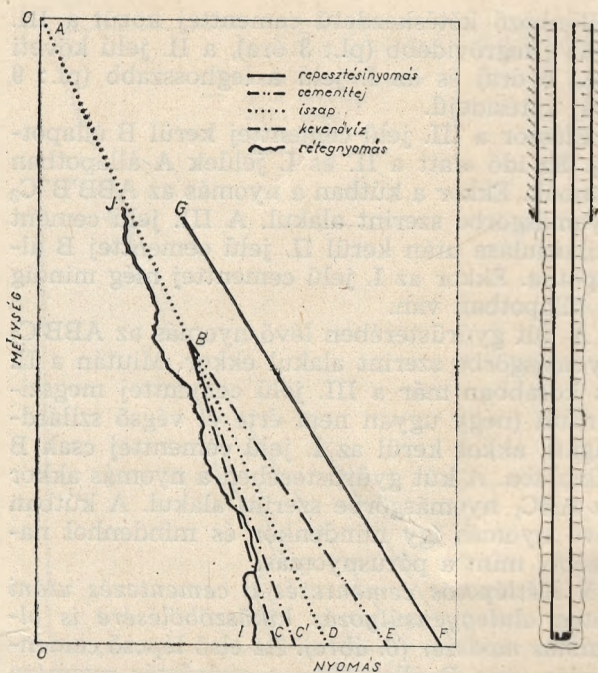


6. számú ábra. Kétlépcsős cementezéssel a rétegtartalom kútba áramlása megakadályozható.

cső megszilárdulása után kezdjük. A második lépcső cementezését követő szilárdulás közben (II. lépcső B állapotba) a nyomás a kút gyűrűsterében az ABC' görbe szerint alakul. A kút gyűrűsterében lévő nyomás az első és a második lépcső cementezése alatt mindig nagyobb a pórusnyomásnál.

3.6. A keverővíz sűrűségének a növelésével is elkerülhető esetenként a pórusnyomás alulegyensúlyozása (7. ábra). Cementezés után B állapotban a kútban lévő nyomás az ABC' nyomásgörbe szerint alakul.





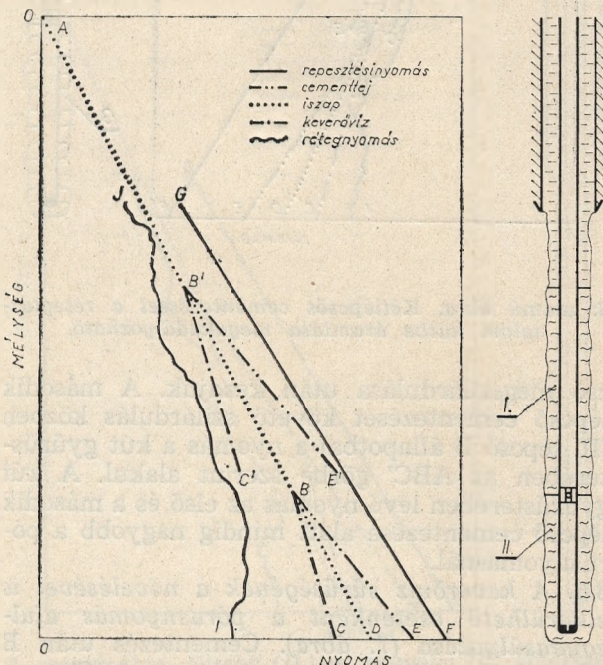
7. számú ábra. A kútbeindulás elkerülésének egy megoldási lehetősége a keverővíz sűrűségének a növelése.

#### 4. lépés:

Tervezésnél a folyadékvesztés az ABE nyomásgörbe és a GF repesztési nyomásgörbe (1. ábra) egymáshoz viszonyított helyzete alapján vizsgálhatjuk és ellenőrizhetjük.

A repesztési nyomásgörbét közelíthetjük egyenessel, de ismert területen a tényleges értékeket tartalmazó — jellegében a pórusnyomás vonalhoz hasonló — repesztési nyomásgörbével számolhatunk.

Amennyiben a GF repesztési nyomásgörbét a közvetlen cementezés utáni (A állapot) nyomás alakulást mutató ABE hidrosztatikus nyomás-

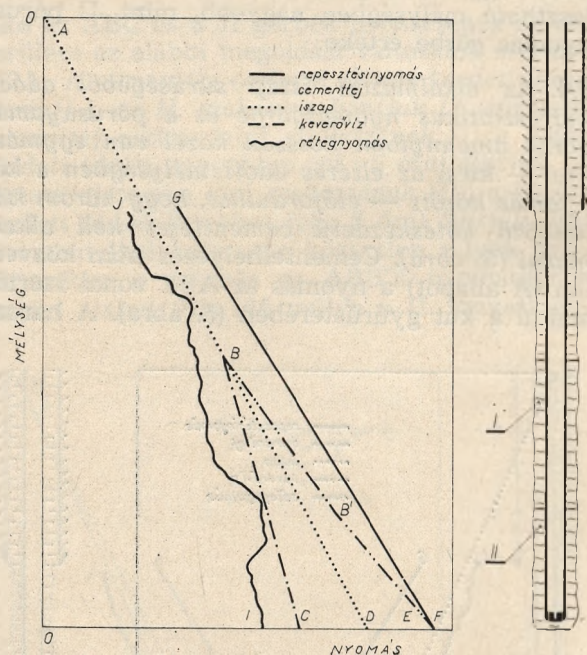


8. számú ábra. Kétlépcsős cementezéssel a veszteség elkerülhető.

görbe metszi (adott mélységben annak a repesztési nyomás értékét a hidrosztatikus nyomás ( $p_{hsB}$ ) meghaladja), akkor folyadékvesztéssel kell számolnunk. Elhelyezés közben a kútban kialakuló nyomást a folyadékáramlási nyomásvesztéssel még növelni kell. A veszteség elkerülésére a következő megoldásokat használják:

4.1. Kétlépcsős cementezésnél az ABE nyomásgörbének BE szakaszát két részre bontjuk (8. ábra). Első lépcsőben az iszapsűrűségből adódó nyomáshoz (AB) adott mélységben a BE-görbe által meghatározott érték adódik. Második lépcsőnél az iszap sűrűségéből adódó nyomást (AB') a B'E' görbe által meghatározott cementtej sűrűségéből adódó nyomás növeli. Mindkét cementezési lépcsőnél a kút gyűrűsterében lévő nyomás kisebb, mint a repesztési nyomás.

4.2. Az egylépcsőben használt kétfajta, egy könnyített és egy nem könnyített sűrűségű cementtejjel a folyadékvesztést elkerülhetjük esetenként (9. ábra). A nagyobb sűrűségű II. cementtej és a kisebb sűrűségű I. cementtej elhelyezése után a kútban az A állapot idején a nyomás az ABB'E nyomásgörbe szerint alakul. Az így jelzett nyomásértékek nem haladják meg a repesztési nyomást.



9. számú ábra. Két különböző sűrűségű cementtej alkalmazása jó megoldás a veszteség elkerülésére.

#### Az ismertetett tervezés feltételei

- a) pontos lyukbőség ismerete,
- b) a kúthőmérséklet ismerete legalább a kúttalpon, valamint az egyes cementtej szakaszok alján és tetején.
- c) a pórusnyomás ismerete folyamatosan, vagy diszkrét értékekkel,
- d) a c) feltétel hiányában a pórusnyomás becsült értéke szükséges,
- e) a repesztési nyomás ismerete folyamatos, vagy diszkrét értékekkel,
- f) az e) feltétel hiányában a repesztési nyomás becsült értéke szükséges.



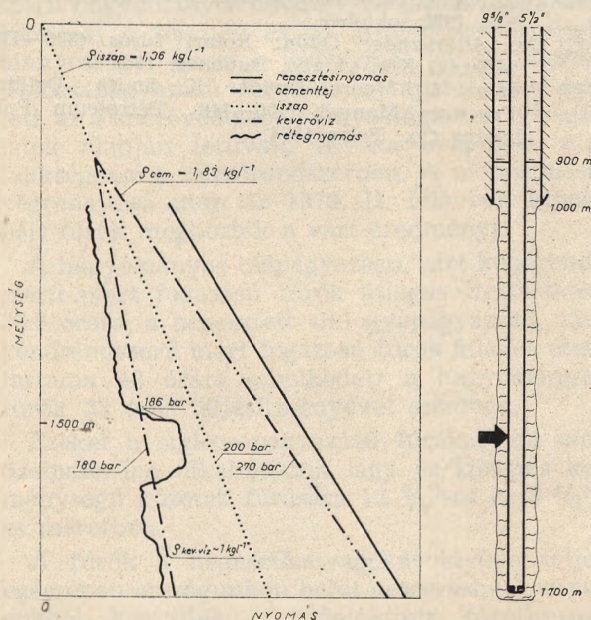
Az ismertetett cementezési megoldásokon túl természetesen más módon is kiküszöbölhetők a cementezési nehézségek (3). Például folyadékvesztesség esetén a tömedékelő anyagok használata igen elterjedt (2).

A cementezés összetett művelet. A lejátszódó folyamatok nehezen modellezhetők. Nem mond ellent a leirtaknak az sem, ha az ismertetett tervezési eljárás szerint a rétegcementezés közben nem volt kiegyensúlyozva és mégsem áramlott be a rétegtartalom a kútba. Elég arra gondolni, hogy a homogénnek vélt cementtej valójában nem az. Ezen túl a cementtej különböző mélységben más-más hőhatásnak és nyomásnak van kitéve. Egy biztosan kijelenthető. Amennyiben az ismertetett tervezéssel a kútbeindulás lehetőségét elvileg is kizárjuk, nem következhet be a rétegtartalom kútbaáramlása cementszilárdulás közben sem. Ez nem kis eredmény. A Kőolajkutató Vállalatnál 1980-ban a Köt—1, és a Bike—1. jelű kutak termelőbéléscső oszlopainak a cementezése után következett be kútbeindulás gyűrűstér oldalán.

*Bike—1. kútcementezést az alábbiak szerint végezték:*

A kút talpmélysége: 1700 m. Az 5 1/2" hüvelyk átmérőjű termelőbéléscső oszlopot talpközelig építették be. A kutat átöblítették az addig is használt 1,36 kg l<sup>-1</sup> sűrűségű iszappal. Rendellenesség nem volt. A cementezést 26 750 kg (535 zsák) cementből készített 1,83 kg l<sup>-1</sup> sűrűségű cementtejjel végezték el. Tervezett cementpalást tető 900 m mélyen volt. Az elhelyező végnyomás 100 bar volt. Cementezés közben rendellenesség nem volt.

A cementezés elvégzése után a cementkötési idő alatt a gyűrűstér oldalon túlfolyás jelentkezett erősödő mértékben. A kút beindult.



10. számú ábra. A Bike—1 jelű kút cementezése utáni állapot.

A kút lezárásáig hosszabb idő telt el. Lezárás után 1,6—1,7 kg l<sup>-1</sup> sűrűségű iszap gyűrűstérbe juttatásával a kút termelését megszüntették.

A 10. ábrán vázoltuk a cementezés után kialakult állapotot. A cementtej elhelyezése után közvetlenül — A állapotban — a 186 bar nyomású rétegre 270 bar nyomás hatott) a gyűrűstérben lévő iszap és cementtejoszlop együttes nyomása).

A cementtej B állapotba jutásával az 1500 méter mélységben lévő 186 bar nyomású rétegre 6 bar depresszió hatott. Nem szennyezett rétegnél ez is elegendő lehet a kút termelésbe állásához. A 100 bar elhelyező végnyomásból arra lehet következtetni, hogy a cementtej a tervezett 900 méter felett is kitöltötte a gyűrűstert. A cementtej felszinkközelig jött. Így B állapotban valójában nagyobb volt a rétegre ható depresszió. Elérhette a 30—40 bar értéket is. Ez méginkább alátámasztja, hogy a kútbeindulás az adott helyzetben törvényszerű volt.

*A Köt—1. jelű kút termelőbéléscső oszlopának cementezése a következők szerint történt:*

A 8 1/2" hüvelyk átmérőjű, 3600 méter mély lyukba 3568 méterig építették be a 7 hüvelyk átmérőjű béléscsövet. Cementezést 10 000 kg (200 zsák) cement 3000 kg (60 zsák) kvarcliszt és 2250 kg (45 zsák) barit felhasználásával végezték. A keverővíz 30% NaCl-t és 0,4% borkősavat tartalmazott.

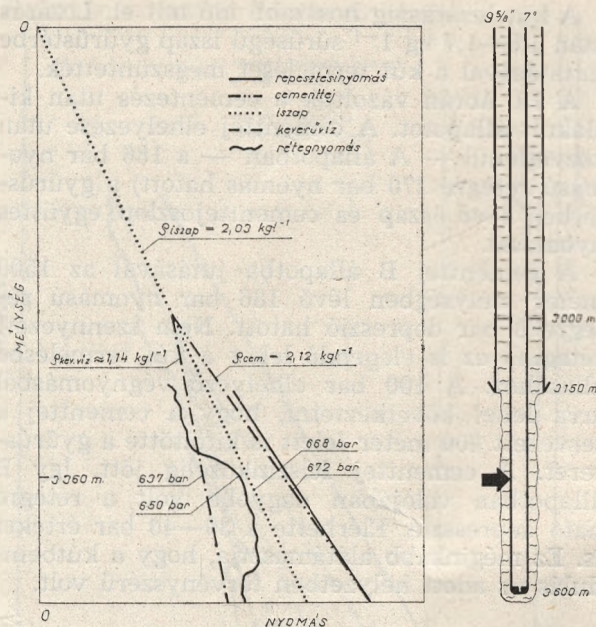
A cementtejnek terv szerint 3000 méterig kellett volna kitölteni a gyűrűstert. A tényleges állapotot csak feltételezni tudjuk, mert utánnyomás közben 20 m<sup>3</sup> iszapvesztesség volt.

Az iszap sűrűsége 2,03 kg l<sup>-1</sup>, a cementtej sűrűsége 2,12 kg l<sup>-1</sup> volt. Cementkötési idő alatt a csőközön növekvő túlfolyás jelentkezett, emiatt lezárták, majd szakaszonként megnyitották. Egy-egy megnyitáskor 200—1000 l iszap jött ki. Műszaki perforálást végeztek 3100 méter mélyen. Öblítést nem tudtak létesíteni, csak folyadékelnyelés volt. A 3000 m mélyen létesített műszaki perforáción keresztül sem sikerült öblítést létesíteni. A kutat megölték a béléscsővön és a gyűrűstéren besajtott iszappal. A csőfej szerelése után 3 1/2 hüvelyk átmérőjű fúrórudat beszedték és 10 000 kg (200 zsák) cement, 3000 kg (60 zsák) kvarcliszt és 2250 kg (45 zsák) barit felhasználásával nyomásos cementdugót helyeztek el. Ezek után folytatták a fúrást.

A kútba juttatott folyadékok sűrűségének elmeileg ellensúlyozni kellett volna a kútban lévő tároló nyomását. A 3360 méter mélyen lévő tárolótól a rétegnyomás 650 bar. A cementtej benyomása után a 7"—8 1/2" gyűrűstérben az iszaposzlop és a cementtej hidrosztatikus nyomása ugyanebben a mélységben 672 bar. (11. ábra). Amennyiben a cementtej szilárdulása közben is „hagyományos” folyadékként viselkedne 22 bar túlnyomás mellett a kútbeindulás nem következett volna be. A cementtej szilárdulása közben — a B állapotban — számításunk szerint a tároló 13 bar depressziót kapott. A kútbeindulás így már megmagyarázható.

Bár évek telnek el anélkül, hogy a Köt—1 és





11. számú ábra. A Köt—1 jelű kút cementezése utáni állapot.

Bike—1 jelű kutaknál tapasztalt kútbeindulások bekövetkeznének, mégis a jelentős anyagi veszteség miatt a cementezés többi tényezője között az ismertetett tervezéssel, a kútban előálló nyomásokat is célszerű számítani.

Azt gondoljuk, hogy a cementezés utáni kútbeindulás kiküszöbölésére az ismertetett eljárás megfelelő.

## JAVASLATOK

A hazai tervezési és cementezési gyakorlat további javításaért a következőket javasoljuk:

1. A tervezést terjesszék ki a cementezés és cement-szilárdulás közbeni nyomásviszonyok számítására.
2. A tároló biztonságos elzárásához elegendő legrövidebb cementpalástokat létesítsék csak.
3. A cementezések minőségét javítsák. A minőségjavítást két úton egyidőben célszerű végezni.

- a) A nemzetközi gyakorlat jelenleg idehaza nem alkalmazott módszereinek, eszközeinek üzemszerű használatát meg kell valósítani. Ezen belül elsősorban megvalósításra ajánljuk a következőket:

- két (három) dugós cementezés
- iszap-cement elválasztó folyadék (vagy iszaplepleny bontó) üzemszerű használata,
- a cementtej-elhelyezés folyamatának a jobb ellenőrzése és nagyobb mérvű szabályozása.

- b) A jelenleg használt anyagokat, eszközöket javasoljuk vizsgálni, elemezni és tovább fejleszteni. Ezek közül a legfontosabbak:

- az alapcement minőségének összehasonlítása a különböző minőségű (API fokozatú) külföldi cementekkel és javaslattétel a különböző API fokozatú alapcement előállítására, vagy vásárlására,
- adalékanyag-kutatást célszerű lenne növelni, vagy gyártási ismeret (know how) vásárlásával felgyorsítani ezen a területen a fejlődést,
- az elkerülhetetlenül szükséges beruházásokra (pl.: cementkeverő telep építés, agregátor és cementszállító kocsis vásárlás stb.) minél előbb javaslatot lenne célszerű készíteni.

Az ezen a területen dolgozó hazai szakemberek jó összefogással sokat tudnak tenni a cementezések minőségének javítása érdekében. A legjobb előmenetelt feltételezve is szükséges azonban más országok (elsősorban a KGST) tapasztalatait felhasználni. A feladatok megfelelő megoldásához feltehetően új beruházások is szükségessé válnak.

## IRODALOM

- [1] D. C. Levine—E. W. Thomas—H. P. Bezner—G. C. Tolle: How to prevent annular gas flow following cementing operations. World Oil (85—94), 1980. október.
- [2] Dr. Alliquander Ödön: Rotari fúrás (396—428) Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1968.
- [3] Preston L. Moore—Dwight K. Smith: Drilling Practices Manual (400—448). Petroleum Publishing Co., Tulsa 1974.



# Új szerkezetű hazai görgősfúrók használata a Kőolajkutató Vállalatnál

SCHWENDTNER IMRE

A Dunántúli Kőolajipari Gépgyár az elmúlt 5 évben fokozott mértékben foglalkozott a gőgfűrészek fejlesztésével.

A kitűzött cél nagyobb élettartamú fúrótipusok létrehozása, korszerű mart- és keménymébetetés fogazású fúrók kialakítása volt.

Kezdetben a keményfémcsapágyazású fúrók lábcsapjainak kopásállóságát többféle felrakó anyaggal és hegesztési eljárással igyekeztek biztosítani. A fúrók szétszerelésekor általános tapasztalat volt, hogy a korai tönkremenetelt, illetve a teljesítmények igen nagy ingadozását a felrakások hibája (beedződés, repedezés, kötés-hiba) okozta.

Bebizonyosodott, hogy alapanyagváltás esetén (különösen felrakó hegesztéseknél) ismételt kísérletekre van szükség a megfelelő minőség-tartás érdekében. A speciális keményfém csapágyak biztosításának akadozása és a hosszabb távra sem garantált szállítások miatt a kísérletek elhúzódtak.

A gyártás biztosítására új csapágymegoldásokat kellett keresni. A Kőolajkutató Vállalatnál kipróbált mar és keményfémbetétes fogazású keményfémcsapágyszású fúrókkal nem értük el a várt eredményeket.

1979-ben a korábbi tapasztalatok alapján megindultak a kísérletek a rendelkezésre álló anyagokkal a hagyományos csapágó tökéletesítésére, a hegesztett siklócsapágó kialakítására és az átmérővédelem megoldására.

Az 1979. I. félévében kipróbált zárt kenőrend-szerű hagyományos csapágyazású mart fogazású fúróknál a tömítés és az átmérő védelmének hiányosságai okoztak problémát. A szétszerelt siklócsapágyazású fúrókon is tapasztalni lehetett az átmérővédelem hiányosságait. A vizsgálatok alapján lefúvató fúvóka beépítése vált szükségessé a szírzőrendszerben. A módosítások végrehajtása után az 1979. II. félévben kipróbált fúrók meghozták a várt eredményt.

A hagyományos csapágyszűrésű, zárt kenőrendszerű mart fogazású fűrész átlagos élettartama 38,5 órára, a hegesztett siklóágyszűrésű, zárt kenőrendszerű mart fogazású fűrész átlagos élettartama 48 órára emelkedett a hagyományos fűrész 23 órás teljesítményével szemben.

Ezeket a siklócsapágyazású fúrókat ma már üzemszerűen alkalmazzuk lágy és közepes keménységű kőzetek fúrására 12 1/4"-es és 8 1/2"-es méretben.

A fűrók a hegesztőanyagokat kivéve teljes egészében országunkon belül beszerezhető anyagokból készültek. A kialakított fűrotípusok azonban csak részben elégítik ki az egyre mélyülő fűrások igényét.

[illegible]

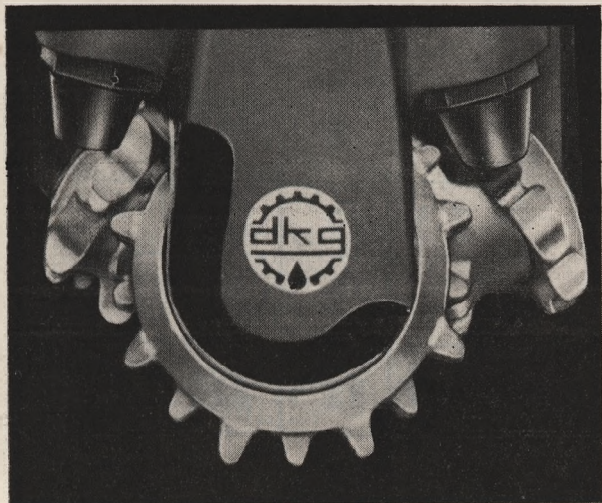
Megfelelő minőségű keményfém fogak és jó illesztési technológia esetén lehetőség nyílik a nagyobb mélységekben és keményebb közetekben használható keményfémbetétes fogazású, zárt kenőrendszerű siklócsapágyazású fúrók előállítására.

1981-ben szeretnénk elvégezni a kísérleti fúrásokat ezekkel a fúrókkal.

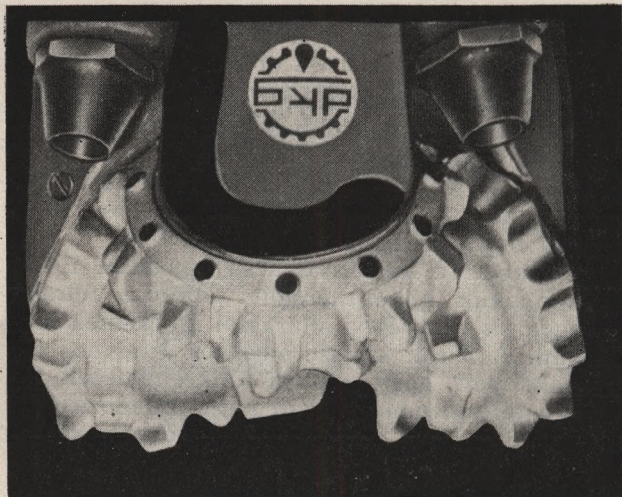


# L

# G

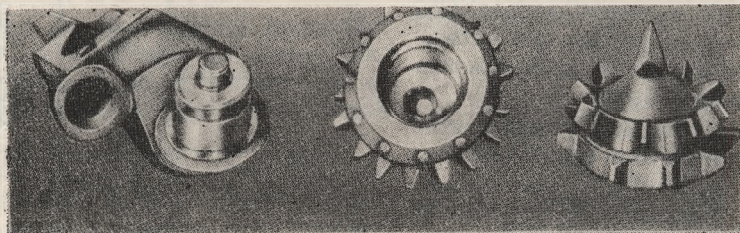
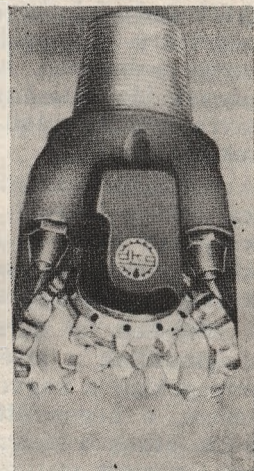


1. ábra



2. ábra

# SG



3. ábra

## Méret- és típusválaszték

Az indokolatlanul magas típus- és méretválasztékot csökkenti a DKG és az olajipar igényeinek megfelelően 1981-ben teljes egészében új típusokat készít.

Ezek a következők:

- Hagyományos csapágyazású, mart fogazású fúrók lábvértézzel. Jelzése: L (1. ábra).
- Hagyományos csapágyazású, mart fogazású fúrók lábvértézzel és keményfémбетétes átmérővédelemmel. Jelzése: G (2. ábra).
- Siklócsapágyazású, mart fogazású, zárt kenőrendszerű fúrók lábvértézzel és keményfémбетétes átmérővédelemmel. Jelzése: SG (3. ábra).

## Gazdaságosság

Az 1980-ban felhasznált 8 1/2"-es AOSGH típusú fúrók átlagos méterköltsége 672 Ft volt a hagyományos fúrók 845 Ft-os méterköltségével szemben.

## Tőkésimport-megtakarítás

1980. évi fúrófelhasználásunkban a hazai korszerű mart fogazású fúrókkal 30 000 \$ megtakarítást értünk el.

1981. évi fúrófelhasználásunkban a hazai korszerű mart fogazású fúrókkal 150 000 \$ megtakarítást terveztünk.

Az új típusú hazai siklócsapágyazású zárt kenőrendszerű mart fogazású fúrók előrelépést jelentenek a fúrókorszerűsítésben.



# Új lyuktalpi fúrómotor: a csavarmotor

SCHWENDTNER IMRE, ÖSZ ÁRPÁD

A fúró közvetlen lyuktalpi meghajtásának gondolata olyan régi, mint maga a rotari fúrás. Az ilyen hajtóművekre az első szabadalmakat már 1874-ben megadták.

A Szovjetunióban a turbinákat 1934 óta következetesen továbbfejlesztették. A turbinás fúrás aránya 1959-ben már elérte a 86,5%-ot. Jelenleg a javított rotari fúrási technika következtében ez az arány 60%. A turbinás fúrásoknál 95%-ban görgős fúrókat alkalmaznak. A görgősfúrók ilyen arányú alkalmazása teszi szükségessé a törekvést, hogy kis fordulatszámú és nagy forgatónyomatékú turbinákat fejlesszenek ki. Nyugat-Európában a turbinás fúrás első eredményei csak 1956-ban jelentkeztek Franciaországban.

A fúró közvetlen lyuktalpi hajtásának fejlesztése (hidrosztatikus hajtóművek) az USA-ban 1966-ban kezdődött és az első szerszámokat 1968-ban eredménnyel használták. A pozitív kizsorítás alapján az ilyen hajtóművek irányított ferdefúrási műveletekhez alkalmasabbnak mutatkoztak a turbináknál (ezeknek a motoroknak a fordulatszáma egyenesen arányos az öblítési mennyiséggel és a forgatónyomaték arányos a hajtóműben bekövetkező nyomáscsökkenéssel).

A hidrodinamikus hajtóművekhez (turbinák) képest kisebb várható élettartam sem jelentett lényeges hátrányt a ferdítési munkálatoknál. Irányítási műveletekhez jelenleg csaknem kizárólagosan az ilyen fajta hajtóműveket használják és ezek a turbinákat erről a felhasználási területről teljesen kiszorították.

A DYNA—DRILL csavarmotorok Nyugat-Európában 1973 óta kaphatók és 1977-ig az egyetlen ilyenfajta lyuktalpi fúrómotort jelentették. 1977-től kezdődően a Christensen cég új csavarmotort vezetett be, a NAVI—DRILL-t. A Baker cég ilyen típusú lyuktalpi fúrómotorai 1978 óta üzemi kipróbálás alatt állnak.

Néhány más amerikai cég is kísérletezik ilyen hajtóművekkel. A Szovjetunióban kifejlesztett csavarmotorokat kiterjedten alkalmazzák a mélyfúrásban: 1979-ben 120 000 m-t fúrtak velük Tatária és Kazahsztán területén.

## A fúró közvetlen lyuktalpi hajtásának követelményei

A hidrodinamikus (turbina) és a hidrosztatikus (csavarmotor) hajtóművekkel szerzett tapasztalatok alapján felállított követelmények:

- a szívótérfogat és a fordulatszám, a feldolgozott nyomáscsökkenés és a leadott forgatónyomaték között lineáris összefüggésnek kell lennie;
- a fordulatszám-tartományt a görgős fúró és a gyémántfúró számára optimálisan kell kialakítani (görgős fúrók számára 130—200 ford/perc, gyémántfúrók számára 350—500 ford/perc fordulatszámú motorokat kell kifejleszteni);
- a meghajtó rendszer élettartamának el kell érnie a gyémántfúrók élettartamát, amely 150—250 órát tesz ki;
- érzéketlennek kell lennie a rendszernek az erősen szennyezett öblítőiszappal szemben, és lehetővé kell tennie a dugulást okozó anyag átszivattyúzását;
- a motor- és csapágyrendszer 160 °C-ig terjedő hőmérsékleten és 1000 bar-ig terjedő környezeti nyomáson is használható legyen;
- biztonságosan működő kerülőszelleppel kell rendelkeznie a ki-beépítés megfelelő elvégzéséhez;
- a motor hajtótengelyének nagy húzó és nyomó terhelést kell átadnia esetleges megszorulások esetén;
- a meghajtó rendszert a legegyszerűbben kell kialakítani, a mozgó alkatrészek számát a minimumra korlátozni, hogy nagy üzembiztonságot adjon;
- a megkövetelt fordulatszámot fordulatszámcsökkentő hajtómű nélkül kell elérni.

Az említett követelményeket manapság egyetlen rendelkezésre álló hajtórendszer sem teljesíti, és belátható időn belül nem is lehet egyetlen motorrendszerben egyesíteni ezeket. A részterületeken azonban számos követelményt megoldottak már. A hidrosztatikus és a hidrodinamikus hajtóművek számára azonban különböző felhasználási tartományokat alakítottak ki.

Lyuktalpi csavarmotorok teljesítményadatai

1. táblázat

Gyártó cég	Méret	Menet-bekezdés Rotor/Sztátor	Lép-csők száma	Maximális nyomás-esés bar	Öblítési kapacitás 1 min	Fordulat min <sup>-1</sup>	Maximális nyomaték Nm	Max. kimenő teljesítmény kW	Hatásfok %
Szovjetunió	6 3/4"	9 10	3	59	2160	200	4390	92	43
Baker	6 3/4"	3 4	—	17,2	1325	175	1627	29,8	78
Dyna—Drill	6 1/2"	3 4	3	42	2100	300	2580	81	55
Navi—Drill	6 3/4"	5 6	6	48	1475	153	4850	77	64
		9 10							



## Csavarmotor: pozitív kiszorítású hidraulikus fűrómotor

A hidrosztatikus jellegű lyuktalpi fűrómotorok a ferdítési munkáknál terjedtek el. A kereskedelemben idáig a SMITH-cég DYNA—DRILL és a CHRISTENSEN-cég NAVI—DRILL hajtóműve áll rendelkezésre. A Szovjetunióban hasonló hajtóműveket fejlesztettek ki, amelyeket részben teljesítményfűrésokban alkalmaznak. (1. táblázat.)

Azokon a területeken, ahol a hidraulikai teljesítmény nem elegendő nagyteljesítményű turbinák üzemeltetéséhez, vagy műszaki okokból nem lehet rotari-fűréssal lyukat mélyíteni, terjedtek el ezek a hajtóművek a rendelkezésre álló teljesítménytartalékuk következtében. Gazdaságos alkalmazásuk nagy ferdeségű fűrésoknál lehetséges a béléscsúskopás csökkentésére, vagy kis átmérőjű, nagy mélységű fűrésok fűrórudazat igénybevételének csökkentésére a gyakori rudazat és kapcsolósérülések elkerülésére.

1978 végétől gyártanak nagyobb teljesítményű és megerősített csapágyazású hajtóműveket 9  $\frac{1}{2}$ "-es és 6  $\frac{3}{4}$ "-es névleges külső átmérővel függőleges fűrólyukak mélyítésére. Ennek a szerszámnak 50%-kal nagyobb a forgatónyomatéka és ennek megfelelően a teljesítménye. Különleges kialakítású fűrókkal igen kemény és lágy kőzetekben is gazdaságosan alkalmazható. A szerszám élettartama 100 óra felett van, hőtűrése 130 °C. Ezek a hajtóművek töltik ki a hézagot a nagyteljesítményű rotari- és turbinás fűrés között.

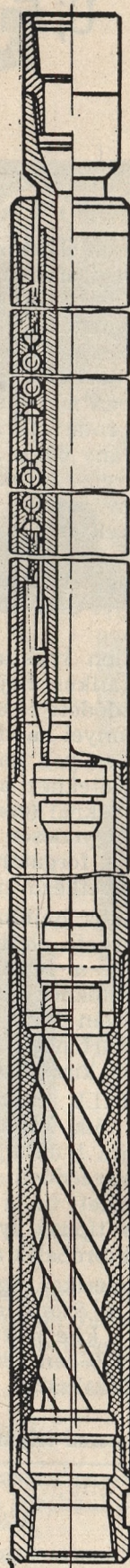
A Szovjetunióban kifejlesztett hajtóműben, mint az egyéb ismert rendszereknél a forgórész által létrehozott teljesítményt a csuklós tengelyen keresztül viszik át a hajtótengelyre. Ezeknek a motoroknak kb. 170—200 ford/perc fordulatszám méretezése a 8  $\frac{1}{2}$ "-es fűrólyuk számára következetesen a görgős fűrók kizárólagos alkalmazására történt.

### A csavarmotor felépítése

Az álló- és forgórészből álló motorrendszer felett kerülő szelep helyezkedik el, a forgórész mozgását csuklós tengely adja át a hajtótengelynek. A csapágyszakasz a motorrészsel egy, vagy két közbelső cső segítségével van összekötve. Az egyszerű felépítésű excentercsiga elve alapján működő hajtóműveknek a fordulatszámmal egyenesen arányos öblítőáramuk és a feldolgozandó nyomáscsökkenéssel arányos nyomatékuk van. Fűrés közben csupán a megengedett maximális nyomáscsökkenést és a megengedett maximális öblítőfolyadék-mennyiséget kell ellenőrizni.

(A szükséges forgatónyomaték a fűró terhelésének növekedésekor a fordulatszámtól függetlenül a nagyobb nyomáscsökkenés révén automatikusan beáll.)

A fordulatszámot és a forgatónyomatékot igen széles határok között lehet változtatni. Indítási nehézségek általában nincsenek ennél a hajtóműrendszernél. Az öblítőfolyadék durva szenny-



1. ábra  
Szovjet „D”-típusú csavarmotor



nyeződése sem vezet a hajtórendszer károsodá-  
sához.

A szerszámok forgórészei és a kerülő szelep-  
ben levő tömítőfelületek kopásvédelem céljából  
keménykróm réteggel vannak ellátva. A motor-  
részről az öblítőfolyadék a hajtótengelyen el-  
helyezett öblítőrészen keresztül jut a hajtóten-  
gely furatába. A csuklós tengely a csatlakozó  
csapmeneten keresztül adja át a forgatónyoma-  
tékot az excentrikusan forgó motorrendszerről  
a csapágyrészben levő hajtótengelyre. A szer-  
számok hajtótengely csapágyazása az öblítőfo-  
lyadék által elárasztott görgős és siklócsapágy  
kombinációból áll. A fúróterhelés maximális  
erőit a radiális golyócsapágy a tányérrugókon  
keresztül a külső csőre vezeti. A forgórész axi-  
ális eltolódása által okozott axiális terhelést a  
felső, az öblítőfolyadékban forgó görgőcsapágy  
veszi fel, ha a hajtómű axiális eltolódása na-  
gyobb, mint az alkalmazott fúró terhelése. A  
hajtóműtengelyt radiálisan a gumicsapágy ve-  
zeti, amely szintén krómozott tengelyfelületen  
fut.

Hazai kísérletek, eredmények

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt és a  
moszkvai Össz-Szövetségi Fúrástechnikai Ku-  
tató Intézet (VNIIBT) közötti kétoldali együtt-  
működés keretében 1980-ban csereeszközként  
„D” típusú csavarmotorok (1. ábra) érkeztek a  
Kőolajkutató Vállalathoz (2. táblázat).

2. táblázat

Megnevezés	Típus és méret		
	D—172	D—85	D—54
Öblítési kap. 1/sec	20—36	5—7	1—1,5
Fordulat min <sup>-1</sup>	115—200	200—280	240—600
Nyomásezés bar	45—60	30—35	40—50
Nyomaték Nm	2942—4070	333—392	69—98
Hossza mm	6900	3160	1990
Tömege kg	770	90	25

„D” típusú csavarmotorok adatai

Ezek megfelelő tanulmányozása és a szovjet  
szakemberekkel történt konzultáció után fúrási  
kísérlet történt egy függőleges és egy ferde fú-  
rásban. (A Szovjetunióban közel 1 millió métert  
fúrtak ezen típusú csavarmotorokkal, szovjet  
zárt kenőrendszerű görgősfúrókat alkalmazva.  
A leghosszabb fúrómenetet 36 óra fúrási idővel  
érték el Tatáriában.)

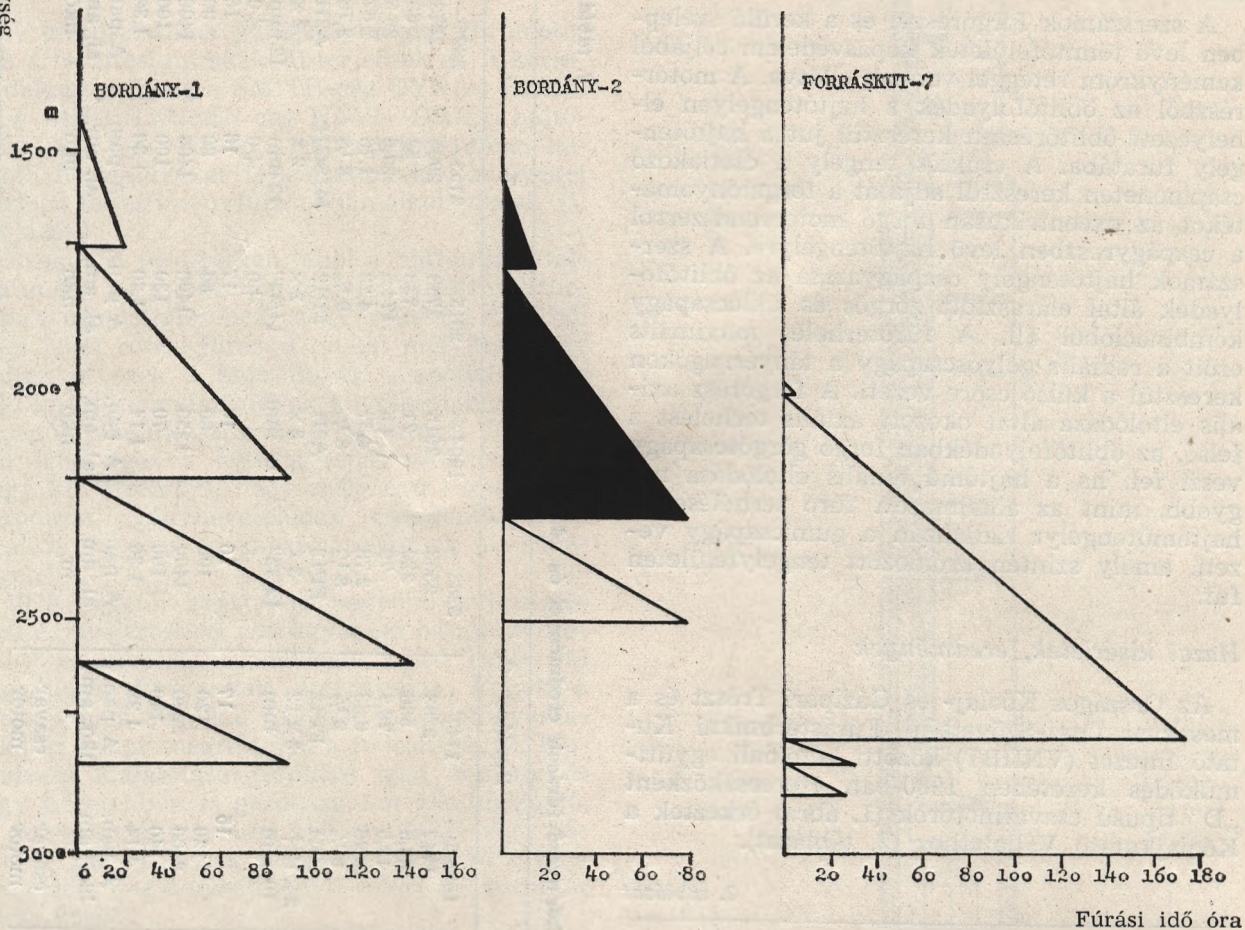
Először a Bordány—2. jelű függőleges fúrás-  
ban került alkalmazásra a D—172 típusú ala-  
acsony fordulatu nagy nyomatékú csavarmotor;  
DKG gyártmányú AOH és REED gyártmányú  
FP12 típusú görgősfúróval. A hagyományos ma-  
gyar fúróval 1747 m-ből kiépítve 188,5 m-t fúrt  
13,5 óra alatt. A korszerű martfogazású zárt  
kenőrendszerű csúszócspágyas fúróval 2283 m-  
ből kiépítve pedig 536 m-t fúrt 78,5 óra alatt.  
A Bordány—2 jelű fúrás csavarmotoros ered-  
ményeit, valamint az összehasonlító környező  
fúrák rotari eredményeit és adatait a 3. táb-  
lázat és a 2. ábra szemlélteti.

3. táblázat

Bordány—2 és az összehasonlító kör nyező fúrák eredményei és adatai

Megnevezés	Bordány—2.						
	Forráskút—7.						
Mélység m—m	1426—	1708—	2193—	2587—	1558,5—	1747—	2283—
Fúrt méter m	1708	2193	2587	2820	1747	2283	2503
Fúrási idő ó	19	89	394	233	188,5	536	220
Mech. sebes. m/ó	14,84	485	142,5	89,5	13,5	78,5	79
Fúróméret inch	8 1/2	5,45	8 1/2	2,60	13,96	6,83	2,78
Fúró típus	AOH	8 1/2	J3	8 1/2	8 1/2	8 1/2	8 1/2
Fúvókák	3 x 10	J2	2x	FDT	AOH	FP12	FP13
	mm	2x	12/32"	16/32"	2 x 12"	3 x 12	3 x
		14/32"	14/32"	14/32"	10 mm	mm	13/32"
Terhelés t	14	14	14	14	15	17	16
Fordulat min <sup>-1</sup>	60	60	60	60	120	120	100
Öbl. menny. l/min.	1450	1500	1300	1300	2400	2200	1400
Öbl. nyom. bar	110	110	110	110	140	140	100
Iszapús. kg/l	1,14	1,20	1,25	1,25	1,14	1,22	1,36
Rétegtör	A. pan.	A. pan.	A. pan.	A. pan.	A. pan.	A. pan.	A. pan.
Rétegtör	al, am,	al, am,	al, am,	al, am,	hkó, am	hkó, am	al, am,
Megjegyzés	hkó	hkó	hkó	m,	csavar- motor	csavar- motor	m,





Később ugyanezt a D—172 típusú csavarmotort hazai átalakítással közbenső átmenetet alkalmazva az Algyő—711. fúrásponthon eredményesen használták irányított ferdefúrás végzésére.

Összegezve: az eddigi hazai tapasztalatok a csavarmotor alkalmazásával kedvezőek, azonban szélesebb körű felhasználásához még több kísérletre van szükség.



# Fúrófelhasználás alakulása a forráskúti kutatási területen

ÖSZ ÁRPÁD

A Forráskút—Sándorfalva kutatási terület a szegedi kutatási tájegység nyugati oldalán helyezkedik el. A terület földtani fejlődéstörténete folyamán a szénhidrogének keletkezésére kedvező viszonyokat a környék felkutatott szénhidrogénelőfordulásai bizonyították (Üllés, Szank, Algyő, Dorozsma, Ásotthalom stb.). A már régen ismert üllési szénhidrogénelőfordulástól ÉK felé több részből álló gravitációs maximumsor jelentkezett. Ezek kutatása érdekében 1969-ben mélyítették le a Forráskút—1. jelű fúrást, majd a felderítő mélyfúrásos kutatás folytatása előtt — a szeizmikus mérések pontosabb kiértékelése érdekében — a Balástyától DNy-ra levő gravitációs maximum ÉK-i szárnyhelyezetében le-  
mélyítették a Sándorfalva—I. jelű alapfúrást. A felderítést 1976-ban kettő fúrással (Forráskút—2., —3.), 1978-ban három fúrással (Forráskút—4., —5., —6.), majd 1980—81-ben ismét kettő fúrással (Forráskút—7., —8.) folytatták (1. ábra).

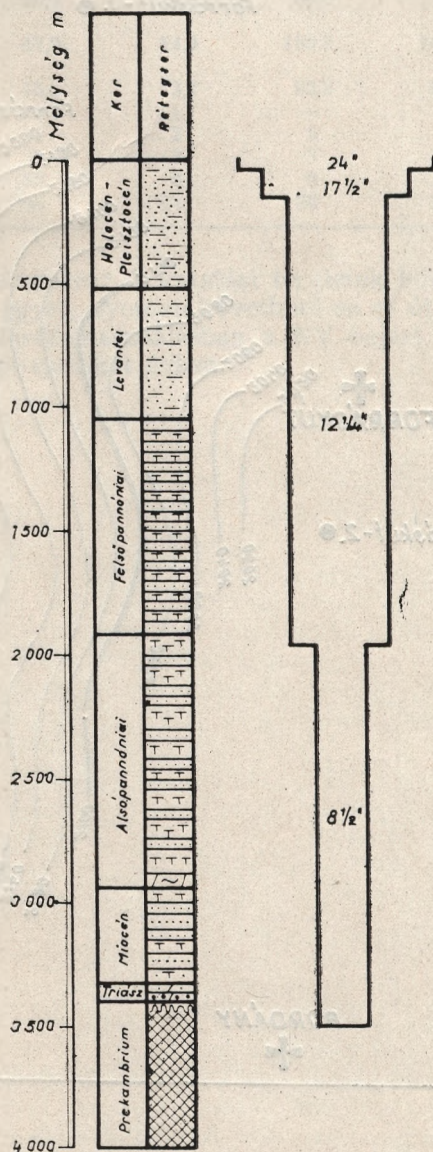
A holocén—pleisztocén—levantei, a felső- és alsópannóniai homokkő, agyagmárga és aleurit rétegek után miocén üledékes összletet, triász korú dolomitbreccsát, dolomitmárgát, dolomitot, kvarchomokkóvet és agyagpalát fúrtak át, s a prekambrium kristályos alaphegységben (metamorfít, szericit, kvarcit) fejezték be a mélyítést (2. ábra).

A fúrófelhasználást és az azzal kapcsolatos mutatókat az 1. táblázat szemlélteti, amelyből egyértelműen kitűnik a kutatás előrehaladásával a fejlődés.

Az egy fúrásnál felhasznált teljes szelvényű fúrók száma 58<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal csökkent, az egy fúróra eső méter 153<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal, a rotációs idő pedig 180<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal nőtt. Ez mindenekelőtt a korszerű zárt- és csúszócsapágyszűrésű, mart- és keményfém fogazású görgősfúrók, valamint a lágy- és közepkemény üledékes kőzetek fúrására készült gyémántfúrók alkalmazásának eredménye. Továbbá, ebben a kutatás előrehaladásával a mind pontosabb fúrókiválasztás és fúrókihasználás is jelentkezik. Az alsópannóniai és annál idősebb korú képződmények átharántolására használták az említett fúrókat, ezért még erőteljesebben mutatkozik a fejlődés 8 1/2"-es méretben. Így egy 8 1/2"-es teljes szelvényű fúróra eső méter 245<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal, rotációs idő viszont 478<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal nőtt.

Amíg az első fúrásnál 38 magot fúrtak, addig a további fúrásokban átlag 6, majd 4 volt a magfúrás, azaz több, mint kilencedére csökkent a magfúrásos információszerzés. Ennek és a hatgörgős magfúrók elhagyásának, a gyémánt magfúrók kizárólagos alkalmazásának megfelelően alakult a felhasznált magfúrók száma is — a tizedére, majd harmincadára csökkent.

## Fúrások általános lyukszerkezete



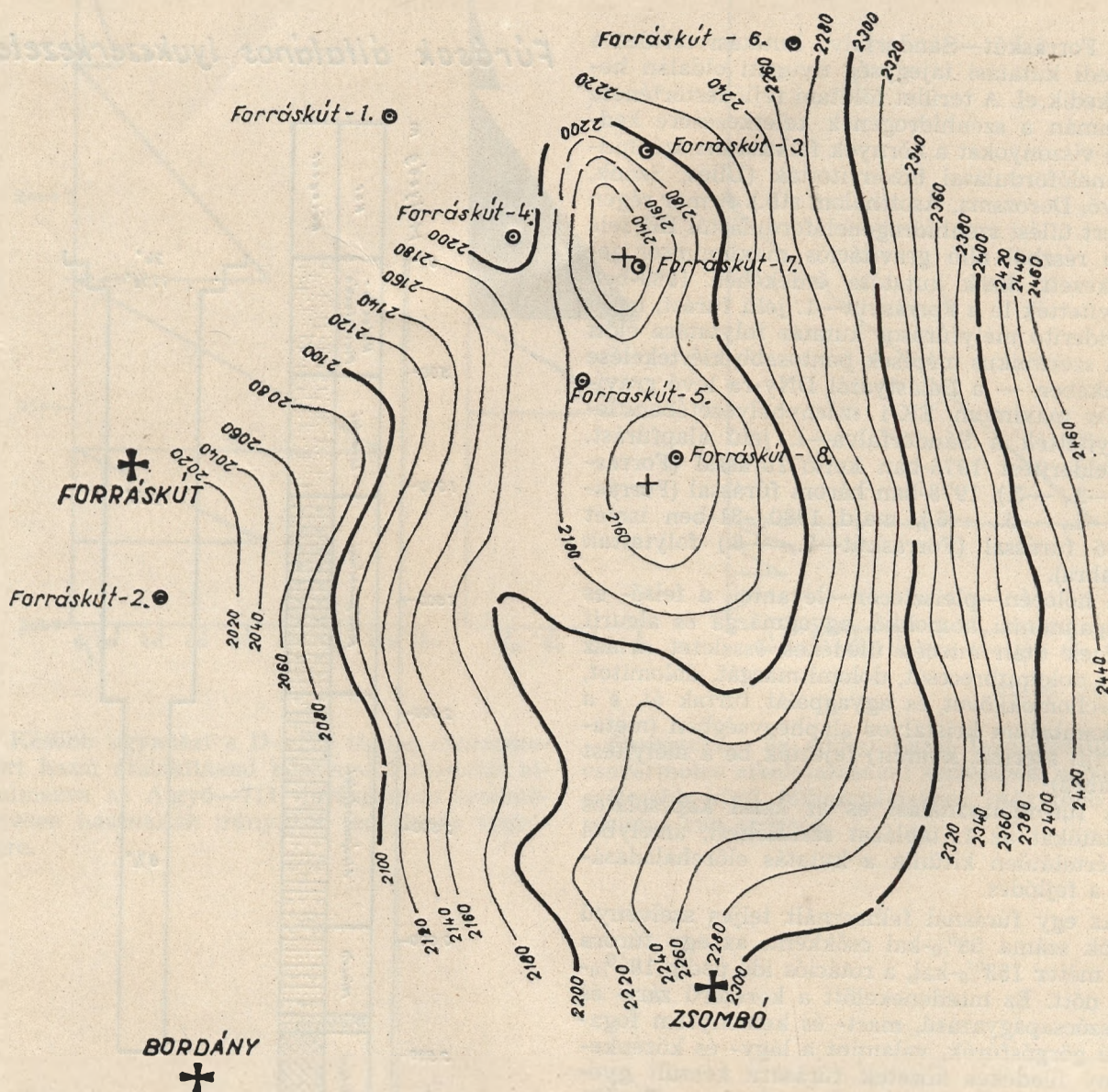
2. ábra

A fentiek együttes eredményeképpen a ki- és beépítések száma — amely gazdaságtalan, im-  
produktív tevékenység — negyedére csökkent le.

Néhány kiemelkedő teljesítmény:

- egy 8 1/2"-es FP 52 görgősfúró 317 m-t fúrt 190,9 óra alatt;
- egy 8 1/2"-es F2 görgősfúró 524 m-t fúrt 216,2 óra alatt;





**Forráskút kutatási terület  
szizmikus időterképe  
(Miocén felszine)**

**M=1 : 50000**

○ mélyfúrási  
időértékek izovonalai  
értékek a tsz. feletti  
50 m-es vonatkozási  
szinttől ms-ban

1. ábra



Mutatók		É V			
		1969.	1976.	1978.	1981.
Egy fúrásnál felhasznált teljes szelvényű fúrók	Hagyományos	38	19	12	6
	Zártcsapágú	—	2	1	—
	Csúszócsapágú	—	3	3	10
	Gyémánt	—	2	1	—
	Összesen	38	26	17	16
Egy teljesszelvényű fúróra eső méter m/db		86,5	113,8	198,3	218,8
Egy teljesszelvényű fúróra eső rotációs idő óra/db		18,3	23,4	50,0	51,3
Egy 8 1/2"-es teljesszelvényű fúróra eső méter m/db		47,9	54,9	159,1	165,2
Egy 8 1/2"-es teljesszelvényű fúróra eső rotációs idő óra/db		16,5	23,7	82,8	95,4
Egy fúrásnál használt magfúrók db	Hatgörgős	29	1	—	—
	Gyémánt	1	2	3	1
	Összesen	30	3	3	1
Magfúrások száma egy fúrásnál		38	6	6	4
Ki- és beépítések száma egy fúrásnál		90	37	29	22

- egy 8 1/2"-es FP12 görgősfúró 738 m-t fúrt 174,5 óra alatt;
- egy 8 15/32"-es OVB 3 gyémántfúró 701 m-t fúrt 335 óra alatt.

Összefoglalva: A kutatási területek közül kiemelve egyet, nyomon követhető az az út, amelyet a fúrófelhasználásban a KV bejárt az elmúlt tíz—tizenkét évben.



Ország/földrész	Termelés, ezer t		Változás 0/0	Részarány a világtermelésben	
	1979	1980		1979	1980
KELET-EURÓPA					
ÉS A SZOVJETUNIO	608 251	625 465	+2,8	19,1	20,4
Nigéria*	113 479	101 000	-11,0	3,6	3,3
Líbia*	98 943	85 600	-13,5	3,1	2,8
Algéria*	53 175	44 850	-15,7	1,7	1,5
Gabon*	10 300	10 100	-1,9		
Angola	6 700	8 000	+19,4		
Tunézia	5 507	5 200	-5,6		
Kongó	2 604	3 000	+15,2		
Kamerun	1 400	2 000	+42,9		
Zaire	1 027	1 000	-2,6		
Ghana	150	200	+33,3		
Elefántcsontpart	0	50	—		
Marokkó	25	25			
AFRIKA	293 310	261 025	-11,0	9,2	8,5
Szaud-Arábia* b)	475 200	495 000	+4,2	14,9	16,1
Irak*	168 025	138 000	-17,9	5,3	4,5
Kuvait* b)	127 205	86 000	-32,8	4,0	2,8
Irán*	151 390	74 000	-51,1	4,7	2,4
Abu Dhabi*	71 060	65 000	-8,5	2,2	2,1
Egyiptom	25 983	30 000	+15,5	0,8	1,0
Katar*	24 404	22 800	-6,6		
Dubai*	17 720	17 500	-1,2		
Omán	14 594	14 200	-2,7		
Szíria	8 500	8 500	—		
Törökország	2 884	2 600	-9,8		
Bahrein	2 497	2 500	+0,1		
Sharjah*	646	480	-25,7		
Izrael	1 750	50	-97,1		
KÖZEL-KELET	1 091 858	956 630	-12,4	34,3	31,2
Kína	106 150	106 000	-0,1	3,3	3,5
Indonézia*	79 137	77 500	-2,1	2,5	2,5
Ausztrália	20 522	18 750	-8,6		
Malaysia	13 435	13 100	-2,5		
Brunei	12 010	11 500	-4,2		
India	12 840	10 000	-22,1		
Burma	2 000	2 500	+25,0		
Fülöp-szigetek	1 210	700	-42,1		
Pakisztán	525	510	-2,9		
Japán	483	450	-6,8		
Thaiföld	195	180	-7,7		
Új-Zéland c)	373	325	-12,9		
TÁVOL-KELET	248 880	241 515	-2,8	7,8	7,9
VILÁG ÖSSZESEN	3 189 054	3 065 625	-3,9	100,0	100,0
EBBŐL OPEC-TAGORSZÁGOK*	1 523 954	1 340 830	-12,0	47,8	43,7

## Megjegyzések:

\* OPEC-tagországok

a) Nyersolaj és gázkondenzátum (ahol ismeretes) együtt

b) A korábbi Semleges Övezet termelését is tartalmazza

c) Kizárólag gázkondenzátum

d) Az Amerikai Egyesült Államok, Kanada és Mexiko adatai jelentős mennyiségű természetes folyékony gázt is tartalmaznak

CROLL, D. O. Growth by non-OPEC producers. = Petroleum Econ. 48. k. 1. sz. 1981. jan. p. 5—7.



# OKGT bérfúrási tevékenysége Irakban

BARABÁS LÁSZLÓ

Az iraki vállalkozásunk leírásának bevezetéseként rövid összefoglalásban tekintünk át Irak szénhidrogén-iparának történetét a szerződés aláírásának időpontjáig, 1969-ig.

Az iraki kormányzat 1925. március 14-én 75 évre koncessiót adott a török Petróleum Társaságnak, később 1929. június 8-án a társaság nevét Iraki Petróleum Társaságra változtatták (IPC).

Az első ipari mennyiséget 1927. október 14-től termelték Baba Gurgur Kirkukban. 1932. szeptember 3-án elkezdték építeni a 12"-os Kirkuk—Földközi-tengeri vezetéket, melyet 1934-ben Tripoliig befejeztek és elkezddött az első vezetékes olajszállítás.

1938. november 3-án a koncessiót kiterjesztették Basrah környékére és ezzel megalakult a BPC.

1942-ben alakították a Mosul Petroleum Company Limitedet (MPC). 1946-ban elkezdték a Kirkuk—Földközi-tengeri 16"-os olajvezeték építését. 1948. februárjában a BPC Zubairban az első kút vizsgálatát végezte. Még ugyanez év szeptemberében ez a terület kereskedelmi mennyiségű olajat termelt.

1949. júliusában a 16"-os Kirkuk—Tripoli olajvezetéken megindult a szállítás. 1950. novemberében pedig a 30"-os Kirkuk—Baniyas vezeték építését kezdték el.

1951. októberében Zubair-Fao között vezetéken megkezdtek az olaj szállítását, decemberben pedig megépült a Fao-i olajkikötő tankhajók részére (Arab-öböl).

1954-ben a rumalai mező.

1959. augusztusában a jamburi területről (kis mélység), 1960-ban pedig Bai Hassanban indult meg a termelés.

Az Irakban létrejött ún. Iraki Olajtársaság 4 nagy társaságból állt, melyek az alábbiak szerint részesedtek:

BP Exploration Company Limited (Middle East/Angol)	23 $\frac{3}{4}$ 0/0
The Shell Petroleum Company Limited	23 $\frac{3}{4}$ 0/0
Compagnie Francaise des Petroles	23 $\frac{3}{4}$ 0/0
The Near East Development Corporation (Standard Oil Co. (New Jersey) and Mobil Oil Corporation)	23 $\frac{3}{4}$ 0/0
Participations and Explorations Corporation	50/0

A Company központja és igazgatósága Londonban székel.

Irakban 1970. januárjáig a termelőkutak száma 110. Ebből 55 Kirkuk környékére, 46 Basrah környékére, 10 pedig Mosul környékére esik.

1968-ban létrehozták az iraki nemzeti olajvállalatot (INOC) és ezután megindult az álla-

mosítási folyamat, melyet több szakaszban bonyolítottak le.

A fentiek folyamánként kötött bérfúrási szerződést az INOC az egyes szocialista államok külkereskedelmi vállalataival, többek között a Chemokomplex—OKGT-val 1969 év végén. Ez a szerződés nyitotta meg az utat a külföldön végzett olajkút-fúrási munkák előtt.

Megkezdődtek a hazai előkészületek. A legfontosabb szervezési feladatok közé tartozott a dolgozók kiválasztása, a külföldi tevékenységhez szükséges eszközök fajtánkénti csoportosítása, jegyzékbe foglalása. Természetesen gondos átvizsgálásban és karbantartásban részesült a kijelölt fúróberendezés. A fúróberendezés eredeti meghajtó motorjai helyett a Ganz-MÁVAG gyártmányú erőgépeket kapott, melyeket a gyár szerkesztői sivatagi üzemre alakították át. A fúróárbc és torony alépítmény DKG-gyártmány. Meg kellett határozni és szállításra előkészíteni a szükséges alkatrészeket és kiegészítő gépeket (traktor, daru, gépjármű stb.).

A szervezés lényeges részét képezte a fenti eszközök, anyagok szállítása, melynél több ország vasúti szabályait is figyelembe kellett venni (űrszelvény, tengelynyomás stb.).

Az első irányvonat 1970. áprilisban indult és közel egy hónap után megérkezett Dél Irakba, Bashrába.

A kezdő fúrási pontot Észak-Rumailai olajmezőn tűzték ki, ami Bashrától 70 km-re fekszik.

Ez természetesen a közel 1000 tonna árunak újabb, de most már gépjárműves szállítását jelentette. Sajnos a Kuwaitban megrendelt lakótábor időben nem került leszállításra és ezért a fúróberendezés összeszerelését kedvezőtlen éghajlati viszonyok mellett (+ 52 °C) úgy kellett elvégezni, hogy a dolgozók sivatagi úton Bashrából váltókocsival jártak a munkahelyre.

Az INOC (Iraki Nemzeti Olajvállalat) vezetői kérték az OKGT megbízottját, hogy a fúrás hivatalos megkezdésére, ünnepélyes keretek között július 17-én a forradalom évfordulóján kerüljön sor. A berendezést a nehéz körülmények ellenére sikerült összeszerelni, sőt a próbaüzemet is elvégezni és sor kerülhetett az ünnepélyes kezdésre, ahol az ünnepi beszédet a volt alelnök, jelenlegi elnök Husszein tartotta.

A nagy előkészületek után rendezett ünnepélyes megnyitás oka az volt, hogy Irakban addig lemélyült fúrárok idegen érdekltségűek voltak és ez volt az első nemzeti vállalkozás, INOC-rendelésre mélyített és kiképzett fúrás.

Az első szerződésben előírt 400 napon belül sikerült a 4 fúrás lemélyíteni.



Az elvégzett munkát mind az iraki kormány, mind pedig a szomszédos arab államok olajszakemberei a legnagyobb elismerésben részesítették.

A rumailai munkák még javában folytak, amikor az INOC pályázati felhívás nélkül ajánlatot tett É-Irak területén tervezett 3 kút lemélyítésére. 1971. március 3-án írták alá a szerződést 3 kút fúrására, Kirkuk környékén, az úgynevezett jamburi mezőn.

Az új területtel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a korábbi években több ismert cég végzett fúrásokat, azonban azokat különböző műszaki nehézségek miatt nem tudták befejezni.

A rumailai munkákat befejező dolgozókat leváltó „újaknak” nagy feladatot jelentett a fúróberendezés és barakktábor átszállítása a 900 km-re lévő új fúrási területre.

Az átszállítást követően 1971. november 14-én kezdetét vette az első jamburi kút mélyítése.

A 3 kút fúrását még kettő követte ezen a területen az időközben kiterjesztett szerződés alapján.

Öt évig, 1976-ig dolgozott az OKGT ezen a területen. Ez az idő már lehetővé tette, hogy a portábilis tábor környékét kultúrnövényekkel, virágokkal telepítsék be és ezzel otthonosabbá tegyék környezetüket. A tábor lakószobákból, étkezdéből és kultúrszobából áll. A megfelelő étkeztetés biztosításához hazai szakács irányítja a konyhát.

Az éghajlati viszonyoktól függően elsősorban ősszel és télen mindennapos a szabadtéri sportolás, elsősorban a kispályás labdarúgás.

Ugyancsak programként szerepel a környék történelmi nevezetességeinek megtekintése (Babilon, Ninive, Ur).

A hazai kapcsolatok fenntartásában segít a 15 féle sajtótermék, amit hol rövidebb hol hosszabb idő után kézhez kapnak.

A nyári időszakban viszont a munka elvégzése minden szempontból 100%-os embert követel, mert az 50–52 °C-t önmagában elviselni is nehéz, nemhogy egy 3000 méteres 5"-os fúrócsőoszlopot kiépíteni.

Az 5 db jamburi fúrás műszaki tevékenységéről összefoglalóan megállapítható, hogy a sok műszaki, geológiai probléma ellenére azokat eredményesen sikerült lemélyíteni, és az INOC-nak átadni.

A nagy- és kisnyomású rétegek váltakozása állandó kitörésveszélyt jelentett. A később ide telepített francia fúróberendezésnél a kitörés be is következett és a fúróárboc 3 óra alatt összeomlott és elégett.

Műszaki problémaként kell még megemlíteni a vastag sótelepet, mely plasztikussága folytán egy esetben béléscsőösszeroppanást okozott. Köszönhetően a jól képzett műszaki gárdának a keletkezett műszaki balesetet sikerült gyorsan felszámolni. A problémát tetézte a gáz viszonylag magas H<sub>2</sub>S tartalma, amely nemcsak egészségre ártalmas volta miatt állandó biztonsági

készenlétet igényelt, hanem a szerszámok ridegését is előidézte.

1976-ban a jamburi terület az INOC-tól átkerült az újonnan szervezett ICOO-hoz (Kirkuk) ezért az INOC ismét felajánlotta a Rumailai területet 5 kút fúrására (Rumaila II.).

A szerződés megkötése után 1976 nyarán újból sor került a nagy távolságú szállításra.

A Rumaila II. első fúrása 1976. augusztus 3-án indult. Kellő külföldi tapasztalatokkal rendelkezve, valamint a zárt csúszócsapágys fúrók használatával a fúrási időket lényegesen sikerült csökkenteni. Amíg a Rumaila I. fúrásokhoz átlag 12 db 12 1/4" és 23 db 8 1/2"-os görgős fúrót használtak fel azonos mélység esetén, addig a Rumaila II. fúrásoknál ez a szám 7 db 12 1/4"-os és 5 db 8 1/2"-os fúróra csökkent.

A Rumaila II. szerződés megvalósítása közben már sor került újabb tíz fúrára szóló kiterjesztésre ezen a területen.

1979. április 22-ig sikerült teljesíteni a Rumaila II. szerződésben vállalt kötelezettséget az 5 ill. az első kiterjesztésben szereplő 10 fúrás lemélyítésére, jelenleg pedig a második tizkutas kiterjesztésből 8 kutat már befejezték.

Időközben az INOC közreműködésével az OKGT—CHEMOKOMPLEX szerződést kötött a brazil Petrobrassal 10 kút fúrására Majnoon mezőn Bashratól ÉK-re, 80 km-re.

Az OKGT egy újabb fúróberendezést jelölt ki a feladatok elvégzésére.

A fúróberendezés kiszállítását a törökországi vasúti akadályok miatt a Hungarocamion végezte kifogástalan minőségben.

A majnooni fúrást 1978. július 15-én kezdték el. Eddig nyolc kút mélyítését fejezték be.

Az elmúlt közel 10 év fúrási teljesítményét az alábbi táblázat szemlélteti

Rumaila I.	5 db fúrás	13 165,5 m
Jambur	5 db fúrás	17 481,1 m
Rumaila II.	23 db fúrás	77 143,5 m
Majnoon	8 db fúrás	19 041,5 m
Összesen	41 fúrás	126 832 m

Az első rumailai fúrás megkezdésétől eddig közel 500 dolgozó vett részt egy évnél hosszabb ideig tartó iraki kiküldetésben.

A Rumaila II. végrehajtásában dunántúli (KFV) és alföldi (KV) vállalat dolgozói 50–50% létszamarányban vesznek részt.

Az elmúlt időszak tevékenységéről összefoglalóan megállapítható, hogy az egy évtizede tartó külföldi munkát különösebb műszaki és személyi probléma nélkül eredményesen sikerült lezárni.

Ebben a munkában a minden dicséretet megérdemlő kiküldött dolgozók mellett azonban meg kell említeni azokat is, akik itthon biztosították a háteret, legyen az személyzeti, műszaki vagy egyéb területen dolgozó, amiért is mindnyájuknak köszönet jár.



# A mélyfúrás és vízkutatás a XIX. század második felében — a magyarországi vízbányászat kialakulása: a Zsigmondyak kora\*

CSATH BÉLA

Artézi kutakat nem Magyarországon fúrtak ugyan először, de nincs Európában olyan ország, ahol gyorsabban terjedt volna az artézi kutak fúrása és alakult volna ki létesítésének technikája, de minden bizonnyal nincs olyan ország sem, ahol jelentőségük talán nagyobb lenne, mint hazánkban.

A magyarországi vízkútfúrás történetének áttekintésekor szükségszerűen a mélyfúrás általános történetéhez kell visszanyúlni. A mély-ségi vízkutatás és -feltárás ugyanis elválaszthatatlan a bányászat, a földtan és a mélyfúrás-technika fejlődésétől. Amíg a mélyfúrás ősi mesterségének célja kezdetben világszerte a két elsőrendű életszükséglet fedezése: a vízszerezés és a sónyerés volt — az utóbbi gyakran sós víz termelése és bepárlása útján —, a hazai adottságok miatt a régmúltban erre nem volt szükség. Sóbányáink rendkívül gazdagok voltak és víz — felszín alatti és felszíni víz — is volt bőven a Kárpátok medencéjében. A XVI—XVII. századi török dúlás nyomán pusztasággá változott, elnéptelenedett Alföldön csak újbóli benépesülés után, a XIX. században vált életővé az ivóvízellátás megjavítása: a jó ivóvíz biztosítása. Nem kormányintézkedés, nem törvényhozás, nem is olyan nagyszabású vállalkozás, mint a Tisza kétmillió hektáros területének ármentesítése oldotta meg azonban — szinte egy csapásra — a vízgondokat. Egyetlen nagy embernek, Zsigmondy Vilmosnak (1821—1888) szívós kitartása nyitotta meg a fejlődés útját. Új és hasznos tant hirdetett arról, hogyan lehet a föld alól elegendő és jó ivóvizet termelni. A vízkútfúrásnak nemcsak hirdette fontosságát, de példát is mutatott arra; sőt tudományosan is megalapozta a vízkútfúrás gyakorlatát.

Az útmutató Zsigmondy Vilmost unokaöccse, Zsigmondy Béla gépészmérnök (1848—1916) előbb mint társa, majd mint utód követte. A hazai vízkutatás és -feltárás e két vezéregyéniség nevéhez kapcsolódik.

Mi is volt a helyzet a múlt század közepén, ill. a második felében a mélyfúrás céljai szempontjából külföldön?

A XIX. században felgyorsult ipari fejlődés új nyersanyaglelőhelyek feltárását követelte meg, ezért a vízkutatás és -feltárás mellett megjelentek a szilárdásványt kutató mélyfúrások. Mivel a bányák létesítése csak a kitermelhető természeti kincs készletének nagyságára vonatkozó megbízható adatok ismeretében lehet gazdaságos, megnövekedett a szilárdásvány-kutatás fontossága. Szükségessé vált a kutatási mód-

szereknek, s ezek közül is elsősorban a mélyfúrásnak a tökéletesítése.

Az amerikai kontinensen igen széles körben elterjedt *kötéllel való mélyfúrással* szemben Európában kitarítottak a merev rudazat alkalmazása, a merevrudazatos, *ütve működő fúrás-mód* mellett. A fúróhoz mereven csatlakozó fúrórudakra üzem közben ható nagy igénybevételek (durva felütés) következtében azonban a rudazat könnyen kihajlott, sőt el is tört. E nehézség kiküszöbölése Karl von Oeynhausen porosz bányakapitány nevéhez fűződik, aki 1834-ben feltalálta a *váltóollót* és ezzel megnyitotta az utat a sikeresebb és gazdaságosabb merevrudazatos *ütőfúráshoz*.

A XIX. század negyvenes éveiben már megjelentek a váltóolló különböző tökéletesített változatai is. A szász Karl Gotthelf Kind „szabadonejtő készüléke” után a váltóollót 1847-ben Karl Leopold Fabian ún. „szalajtó készüléke” tovább tökéletesítette.

A fejlődés e fókáig a fúrótechnikusok figyelmére a kőzetbontás módszataira irányult. A fura-dék eltávolítását a fúrólyukból — tekintettel a tömör rudazatra — tisztítócsővel végezték. A XIX. sz. legnagyobb vívmánya a fúrás-technika terén azonban az *öblítőrendszerű fúrási módszer*, az öblítés „feltalálása” volt, mely a francia M. Fauvelle és az angol R. Beart nevéhez fűződik.

A fúrások történetének következő jelentős év-száma 1869. Ekkor szabadalmaztatta a svájci Rudolf Leschot a *gépi hajtású öblítőes gépmántkoronával dolgozó magfúró berendezését*, amellyel a feltaláló tulajdonképpen a kemény kőzetekben a fúrás gyorsítását kívánta ugyan elérni, de a magfúrás egyúttal folyamatos kőzetfeltárást is biztosított, s ezzel a szilárdásvány-kutatás fontos — még ma is általános — módszerévé is vált.

A múlt század közepéig Európában a fúrás-technika olyan fejlettségi fokot ért el, hogy a szén- és kálisókutatók mellett a mélyégi vizek feltárására is alkalmazták, már fejlett vízkútfúrásról lehetett beszélni, sőt az olaszországi Larderellóban már geotermikus kutak fúrására is sor került. Hazánkban a vízkútfúrás azonban még csak az *útkeresésnél* tartott, hiszen 1865-ig — Zsigmondy Vilmos működése kezdetéig — csak mintegy 20—22 fúrásról van adat.

Zsigmondy fellépése a fúrás terén az az idő, amely már *útmutatás* névvel illelhető. Ő már tudományos alapokra helyezte a vízkútfúrást. Ő tekinthető az első fúrómérnöknek, — vagy ahogy magát nevezte, „fúrász”-nak —, akinek vízkútfúrási sikerei nemcsak hazai, de az európai mélyfúrás történetében is korszakot jelen-

\* Az OMBKE ipartörténeti és múzeológiai szemináriumán (Salgótarján, 1980. október 24—25.) elhangzott előadás.



tettek. Ő tekinthető a magyar mélyfúróipar megteremtőjének is.

1865-ben adja ki Zsigmondy Vilmos bányamérnök, nyilvános bányászati ügynök, a m. kir. Természettudományi Társulat, s a Földtani Társulat tagja magyar nyelvű, négy kötetre tervezett bányaműveléstanának első kötetét (1): „Bányatan, kiváló tekintettel a köszénbányászatra” címmel, s „A kutatás, fúrászat és az artézi kutak” alcímmel. A szerző Bányatanának előszavában így ír: „...a fúrászt tárgyaló fejezetre nézve leginkább Beer, Bruckmann és Kind kitűnő munkái után indultam. Nem hinném, hogy a fúrászat jelenlegi állapotját tekintve találkozhatnék valami fontosabb idevágó készülék, eszköz vagy műtét, mely figyelmemet elkerülte volna, habár elismerem, hogy igen sok régibb készüléket s eszközt annak tekintetbevételével mellőzendőnek véltem”.

Zsigmondy Vilmos korának legjobb fúrási szerszámaival és gépi felszerelését használta. Ezek alkalmazásával a mélyfúrás, szűkebb értelemben a vízkút-fúrás tevékenységnek fényes, igen eredményes évtizedét nyitotta meg.

Az első nagy jelentőségű fúrását Harkányban mélyítette és sikerrel hozta felszínre az ottani gázos hévizet (2). További, de már nagyobb mélységű, pompásan sikerült műve volt a 118,58 m mélységű Margitsziget—1. fúrás(2), mely határainkon kívül is figyelmet keltett, s amely 100 év múlva is annyi termálvizet termelt, hogy nemcsak a margitszigeti régi gyógyfürdőt látta el, de elegendő volt a margitszigeti Nagyszálló fűtésére is. Megjegyzendő érdekesség továbbá az is, hogy a Zsigmond V. által fúrt régi Margitsziget—1. kút mellé telepített és 1978. februárjában 107 m mélységre lefúrt Margitsziget—4. jelű kút látja el igen nagy vízbőséggel (a fúrás közben 20 m<sup>3</sup>/min hozammal kitört kút ma 2000 l/min értékre beállított hozammal) az új, e kútra telepített Thermal gyógyszállót.

Ezek után rövid időközökben gyorsan következtek Zsigmondy további nevezetes mélyfúrásai: a jászapáti, a mai Jugoszlávia területén levő lipiki (2), az alsúti (2). Legjelentékenyebb műve azonban kétségtelenül a budapesti városligeti artézi kút (3), melyet „tizedfélévi” munkával mélyített le Zsigmondy V. 1868—78 között 970,48 m-ig. A szívós kitartással létesített, csaknem 1 km-nyi fúrás Európa-szerte méltó feltűnést keltett és a legmélyebb hévízkút volt Európában, bár a fúrás mélységrekordot a Berlin melletti, sóra mélyített sperenbergi fúrás tartotta 1271 m-es mélységgel.

1876 után Zsigmondy Vilmos nem vállalt artézikút-fúrászt, csak ezek szakvéleményezésével foglalkozott. Az immár országos hírű cégét pedig unokaöccsére, Zsigmondy Bélára ruházta át.

1876-tól kezdve Zsigmondy Béla már önállóan dolgozott, és a következő 40 évben még magasabbra emelte a vízkút-fúrás tudomány és gyakorlat színvonalát. Vezető tényezője lett a magyar falvak és városok egészséges ivóvízzel ellátását szolgáló korszak nagy küzdelmeinek és vívmányainak, és e téren soha el nem múló érdemeket szerzett. Ő maga megmaradt a fúrások mélyítésénél és a kutak kivitelezésénél, míg

a földtani, vízföldtani tervezést és értékelést Zsigmondy Vilmosról a Földtani Intézetben dolgozó Halaváts Gyula bányamérnök-geológusra ruházta, aki kitűnő munkatársnak bizonyult.

A budapesti városligeti artézi kút eredményes lefúrása után Hódmezővásárhely ad megbízást Zsigmondy Bélának — elsőként az Alföld városai közül, közegészségügyének megjavítása végett — nyilvános, közhasználatra szánt artézi kút készítésére (4).

A jó példát sok helyen követték. Az ezzel beköszöntő kút-fúrás ciklusban a Zsigmondy cég eredményes artézikút-fúrásaival megtartotta vezető szerepét. Az ekkor létesített nevezetesebb és egyszersmind legrendesebben kivitelezett artézi kutak nagyobbbrészt Zsigmondy Béla fáradozásának gyümölcsei. A nagybáty, Zsigmondy Vilmos halála után (1888) az unokaöccs a teljes önállóság, azaz a koforrott útkövetés nyomán haladt, s folytatta az Alföldön és az ország egyéb területein egy-egy város első artézi kútjának kivitelezését: Szentesen, Szegeden, Mezőtúron, Szarvason, Békéscsabán stb. (5, 6, 7).

A merevrudazatos, útvé működő fúrás ebben az időben élte virágkorát, hiszen a fúrás legolcsóbb és leghatékonyabb módszerének bizonyult. Annak ellenére, hogy Fauvelle bevezette az öblítéses fúrászt és Leschot az öblítéses gépi hajtású magfúrászt, sőt az amerikai M. T. Chapman e két felfedezést a sűrű öblítés elvével megtoldva 1889-ben szabadalmaztatta az iszap-öblítéses rotari fúrászt, Európában továbbra is az ütőfúrászt alkalmazták. Az amerikai származású Albert Fauck és a német Anton Raky ugyanis kialakították ennek tökéletesített változatát, a csőrudazattal dolgozó öblítéses, ill. fordított öblítéses gyors ütemű, ún. lüktető fúrási módot, amellyel az előzőleg elértnél, éppen a rendszerint fordított öblítéssel biztosítható, „tökéletesen tiszta lyuktalp” útján lényegesen nagyobb fúrási sebességet értek el. Ezt a módszert a kontinensen olyannyira tökéletesnek tartották, hogy a rotari fúrás Európában csak igen későn, 1912-ben jelenik meg (8, 9). Albert Fauckot kortársai „legnagyobb tanítómester”-üknek ismerték el és tudományos közleményei, cikkei az akkori fúrászi technika alapvető irodalmához tartoztak (10, 11, 12, 13).

Albert Fauck és a Zsigmondyak között szoros baráti kapcsolat alakult ki 1885-től kezdve, amikor az előbbi indítványára Kassán megrendezték a fúrótechnikusok első összejövetelét (Bohrtechniker Versammlung). Ebből nőtt ki az 1888. évi „Internationale Wanderversammlung”, illetve az „Internationaler Tiefbohr-Verein” 1893-ban. Zsigmondy Béla lelekes tagja volt a szervezetnek. Faucknak Zsigmondy Bélához fűződő barátsága *Neuerungen in der Tiefbohrtechnik*, azaz *A mélyfúrás technikai újdonságai* (9) című könyvében is kifejezésre jut, amikor több alkalommal kitér a Zsigmondy Béla által használt szerszámokra.

Szoros baráti kapcsolatot létesített Zsigmondy a darmstadti Theodor Tecklenburg bányatanácsossal, a „mélyfúrás tanának atyjá”-val is (ahogy magát tréfásan nevezte Tecklenburg),



aki a XIX. sz. végén megjelent hatkötetes *Handbuch der Tiefbohrkunde* (A mélyfúrás kézikönyve) (14) című munkájának V. kötetében külön fejezetet szentel „A pesti Zsigmondy Béla fúróberendezései”-nek.

A hazai mélységi vízkutatás fejlődésében új korszak nyílt meg 1890-ben, amikor Hódmezővásárhelyen *Bauer Sándor* malma udvarán kis átmérővel (70—100 mm) szárnyas bővítő fúróval, jobbóblítási módszerrel fúrt kutat. Egyszerű módszerét méltán nevezték el „magyar paraszti rotari” fúrásnak. Mi sem természetesebb, minthogy e példán felbuzdulva számos kisebb fúróvállalkozó és iparos is szerencsét próbált a mélyfúrás terén. Mivel a földtani feltételek az Alföld nagy részén azonosak, csakhamar általánossá vált az Alföldön ez a kútfúrési módszer.

Az említett kis kútfúrési vállalkozók a Zsigmondy által kitaposott úton haladtak. Előre jól ismerték az átfúrandó rétegek milyenségét, sőt egy-egy szűkebb területen hozzávetőleges vastagságukat is. Egy részük azonban könnyen vette a dolgot, a legkezdetlegesebb eszközökkel végezte el az elvállalt munkát, aminek az lett az eredménye, hogy számos fúrás csakhamar eldugult.

Míg ugyanis Zsigmondy Béla minden egyes megbízatása során, hagyományosan szabadon ejtő készülékkel ellátot vésővel dolgozott, nagy átmérővel fúrt és az így előállított fúrólyukat nemcsak vascsövekkel, hanem befejezésül vörösfényő csövekkel is kibélelte, sok versenytársa viszont az ún. dán rendszer szerint mélyítette a fúrásokat. Egyszerűen két egymásba helyezett, különböző átmérőjű vascsövet hatoltak lefelé, melyek közül a belső „iszapoló sugarat” irányított a lyuk talpára, a külső, vagyis a vezetőcső, a fúróiszap feljuttatására és egyúttal beléscsőül is szolgált.

A sok esetben bizonyára a költségeken is múló fogyatékok ellenére, a több ezernyi artézi kút fúrása elismerésre méltó. Örvendetesen az artézi kutaknak rendszere kizárólag hazai erőknél és pedig különösen a hódmezővásárhelyi, az orosházi és a békéscsabai, valamint a verseci kútfúró családoknak köszönhető. A *Halaváts* által 1896-ban összeállított kútkataszter (14) szerint a kútfúrások számának emelkedése 1891-től szembetűnő. A kataszter mintegy 115 kútfúró kisiparosról ad számot. A kataszter szerint 1896-ig 1087 fúrás mélyült, melyek közül „artézi kút” (ma felszálló kút) 555 db, egyszerű „fúrott kút” (ma a negatív, mélytűkrű kút) 532 db; 1904-ben hozzávetőleg 2000 db, 1911-ben kb. 3000 volt az összes kutak száma (ma ezeknek a fúrt kutaknak a száma 60 000-re tehető!)

A XX. század elején meginduló korszakból elismeréssel kell még említeni a *Farkass Kálmán* mérnök vezette közegészségügyi mérnöki szolgálat működését is. A szolgálatot — a kultúrmérnöki intézményen belül — 1889-ben *Kvassay Jenő* mérnök szervezte meg és munkáját 1890-ben kezdte el. 1892-ben szerezték be az első fúróberendezést, amit szakértő munkavezetővel kölcsönöztek ki az igénylő községek-

nek. Rövidesen háromra emelik a berendezések számát és 6 fúró mestert alkalmaznak. 1894-ben ez a szolgálat önálló hivatallá alakult. 1900-tól pedig mint az Országos Vízügyi Igazgatóság V. ügyosztálya működött tovább.

Kisebb-nagyobb mélységű fúrásokat végeztek vízszerezés céljából a MÁV és az Arad—Csanádi Vasutak mérnökségei, Zsigmondy B. cégén kívül a *Lapp Henrik* cég, s a már említett kisiparosok és vidéki magánfúró vállalatok, illetve kútfúró mesterek.

\*

Hazánk kedvező vízföldtani adottságai a vízellátási kérdések megoldásához — mint a fentiekből kitűnik — egy sajátos iparág, a vízkutató és vízfeltáró mélyfúrás kifejlődését tették lehetővé.

A kútfúrással foglalkozók nagy részének ugyan rendkívül hasznos volt a tevékenysége az ország, különösen az Alföld egészséges ivóvízzel való ellátásában, egy kisebb részük azonban kontárként maradi módszerekkel gátolta a további fejlődést.

Az utóbbiak szakszerűtlen tervek alapján, a már akkoriban is előírt vízjogi engedélyek nélkül fúrtak. A fúrt kutak száma igen gyorsan nőtt, és ez együtt járt a vízpazarlás növekedésével. Hosszú időnek kellett eltelnie addig, amíg a kútszabvány kialakult és lényegesen javított a helyzeten.

#### IRODALOM

- [1] Bányatan, kiváló tekintettel a kőszénbányászatra. A kutatás, fúrászat és az artézi kutak. Pest, 1865. 183 p., XVII. tábla.
- [2] *Zsigmondy W.*: Mitteilungen über die Bohrthermen zu Harkány, auf der Margaretheninsel nächst Ofen und zu Lippik, und den Bohrbrunnen zu Alcsuth. Pest, 1873. 81 p., IV. tábla.
- [3] *Zsigmondy V.*: A városligeti artézi kút Budapesten. Budapest, 1878. 87 p.; egy földtani térképpel, három könyomatú táblával és öt táblázattal.
- [4] *Csath B.*: 100 éves az első artézi kút Hódmezővásárhelyen. Kiadatlan kézirat, 1980.
- [5] *Halaváts Gy.*: A szentesi artézi kút. A m. kir. Földtani Intézet évkönyve, VIII. k., 1888. p. 159—86, IV. táblázat.
- [6] *Halaváts Gy.*: A hódmezővásárhelyi két artézi szökőkút. Ibid. VIII. k., 1889. p. 205—22.
- [7] *Halaváts Gy.*: A szegedi artézi kút. Ibid. IX. k., 1891. p. 79—97.
- [8] *Urban, H.*: Das Rotarybohrer in Ungarn. Z. des Internationalen Vereines der Bohringenieur und Bohrtechniker, 9 103—4 (1913).
- [9] *Wahlner A.*: Magyarország bányá- és kohóipara 1912. évben. Bányászati és Kohászati L., 11 724—861 (1913).
- [10] *Fauk, A.*: Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers. Leipzig, 1877. 75 p. X. tábla.
- [11] *Fauk, A.*: Neuerungen in der Tiefbohrtechnik. Wien, 1899. 67 p. V. tábla.
- [12] *Fauk, A.*: Fortschritte in der Tiefbohrtechnik. Leipzig, 1899. 54 p.
- [13] *Fauk, A.*: Die Frage der Spülbohrung bei Erdöl-Bohrungen. Z. des Internationalen Vereines der Bohringenieur und Bohrtechniker, 19 217—225 (1913).
- [14] *Tecklenburg, Th.*: Handbuch der Tiefbohrkunde, I—VI. Loewenthal Verlag, Berlin, I. 1886, 116 p., 32 tábla; II. 1887, 140 p., 13 tábla; III. 1889, 153 p., 26 tábla; IV. 1890, 141 p., 26 tábla; V. 1893, 213 p., 30 tábla; VI. 1896, 237 p., 27 tábla.
- [15] *Halaváts Gy.*: A magyarországi artézi kutak története, terület szerinti eloszlás, mélységek, vizök bőségének és hőfokának ismertetése. Budapest, 1896. 103 p.



# A magyar kitörésselhárítás műszaki fejlesztése a zsanai gázkitörés megfékezése után

BUDA ERNŐ

## Bevezetés

A kőolajbányászat nagy műszaki balesetei sorában mindig jelentős szerepet játszanak az olaj- vagy gázkútkitörések és az ezekkel összefüggésben esetleg jelentkező kúttüzek, mert a keletkezett műszaki baleset megszüntetésére összpontosított szellemi és fizikai erőfeszítésekre van szükség, emellett ezek az események a berendezés dolgozóinak vagy a mentésben résztvevőknek veszélyeztetésével, sőt életük kockáztatásával járnak, s tetemes anyagi ráfordítást követelnek meg. Mivel a magyar kőolaj- és földgázbányászat kútjainak mélyítése és kiképzése közben az elmúlt 45 évben mintegy 55 alkalommal fordult elő jelentősebb elhárítási feladatokat megkövetelő kitörésselhárítási munka, nagyszámú tapasztalat gyűlt már össze a különböző körülmények között keletkezett és mértékükben, kialakulásukban egymástól sokmindenben különböző kőolajbányászati kútkitörések és az ezekkel esetleg összefüggő szénhidrogénkúttüzek megfékezési, oltási munkáihoz.

Különösen sok tapasztalat gyűlt össze e téren az 1968—69. évi ALGYŐ—168 olajkúttűz és kitörés, valamint az 1979. évi ZSANA—É 2. számú gázkút tüzének oltása és kitörésmegfékezése során.

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt kitörésselhárítási mentőszervezete mind a hazai gáz- és olajkútkitörések tapasztalataira támaszkodva, mind pedig egyrészt a KGST Kitörésselhárítási Koordinációs Centrum révén a Kitörésselhárítási Egyezmény tagországaiban (Bulgária, Csehszlovákia, Német Demokratikus Köztársaság, Lengyelország) bekövetkezett kútkitörések eseményeiből, mind a tőkés vagy fejlődő államok olajiparában bekövetkezett kútkitörések tapasztalatainak közleményeiből, másrészt a Szovjetunióban vagy Romániában bekövetkezett kitörések ismertté vált adataiból gyűjtötte össze a gondolatokat, amelyeket a célul kitűzött műszaki fejlesztésében használni kívánt.

A ZSANA—É 2 gázkút tüzének oltása és kitörésének nagy erő összehvonásával megvalósított megfékezése óta két és fél év telt már el.

Cikkünkben felsorolásszerűen kívánunk foglalkozni mindazokkal az eszközbeszerzésekkel, módosításokkal és mindazon módszerek kipróbálásával, amelyek az előző kitörések elhárítási feladataira támaszkodva a továbbiakban előfordulható kitörések során a mentőcsapatok tagjainak kedvezőbb munkafeltételeket teremtenek meg, a személyi veszélyforrásokat csökkentik és az elhárítási munka végrehajtásának időigényét lecsökkentik.

Így kívánjuk felsorolni az egyéni védőeszközök, a hűtési és tűzoltási eszközök és eljárások, a roncseltakarítás, a munkahely kedvező légösszetétele, a roncsolt lyukfej eltávolítása és a betonakna szétrombolása utáni sima csőnyakra elhelyezhető új lyukelzárószervény műszaki fejlesztésében elért eredményeinket.

## 1. Új beszerzések az egyéni védőeszközök terén

### 1.1 Tökéletesebb hősugárzás elleni védőöltözet

Az ALGYŐ—168 kút körüli láng- és tűztenger megközelítésénél mind a mentőcsapatok, mind pedig a tüzet legjobban megközelítő tűzoltók számára a szénbányászati mentőcsapatok és a kohászok számára rendszeresített *azbesztfonálból készített mentőruhákat* bocsátottuk rendelkezésre. E ruhák ugyan az éghetetlenségüknel fogva előnyösek voltak, a tűz közelében kifejtett hűtővízpermet hatására teleitták azonban magukat vízzel, s oly nehezekké váltak, hogy bennük mozogni, eredményesen munkát végezni szinte lehetetlenné vált.

E tapasztalatok vezettek el a vékony azbesztszövetre kívülről felvitt alumínumpigmentborítású hősugárzás elleni védelmet biztosító öltözékek rendszeresítéséhez. Az *alumínumpigmentes védőöltözékek* különböző országokból származó készítményeit rendszeresítette a 70-es évek elejétől kezdődően ezért mind az állami tűzoltóság, mind pedig a kitörésselhárítási mentőszervezet az olajbányászati nagy tüzek során fellépő hősugárzás elleni védőruházatként. Ezeknek az alumínumpigmentes öltözékeknek az első sorozatai azonban nem oldották meg a lábszárnak, de különösen a lábfejnek a kellő védelmét, az öltönyök rendszerint a varrásra felhasznált fonál gyenge minősége miatt felfestettek és a legtöbb típusnál az azbesztszövetre felvitt alumínumpigment-réteg könnyen lehámlott a gyakorlatok vagy tűzoltások során. Alumínumpigmentes védőruházatunk ilyen tökéletlenségét fel kellett ismernünk a ZSANA É—2 kút mentési munkáinál, s ezért a nemzetközi piacon indított kutatás eredményeként az 1980. évben az osztrák ROSENBAUER cégtől 40 db TENEX 40 típusjelű közepnehéz alumínumpigmentes védőruházatot szereztünk be, és próbáltunk ki tűzoltási kísérleteken Vácott, Gellénházán és az NDK-ban rendezett nemzetközi kitörésselhárítási gyakorlaton.

A megvásárolt öltözékek hővédőképessége olyan, hogy vízhűtés nélkül lehet a kúttűz lángjainak közvetlen közelében bennük dolgozni; kesztyűjük szabása és varrása, különálló azbeszt-



talpú alupigmentes csizmája és tükröző sötét üvegből kialakított szemvédelme a nagyobb hőterhelés ellenére az elvégzendő munkák során fokozottabb védelmet nyújt a mentőknek. A védőruhák szabása lehetővé teszi a mérgező égésgázok fellépése esetében szükséges sűrített levegős gázmentő készülékek viselését a ruha védelme alatt.

## 1.2. Sűrített levegős gázmentőkészülékek

A szénhidrogén-bányászatban fokozatosan elterjedő CO<sub>2</sub>-ös gázbeszajtolásos termelési eljárás térhódításával, amikor a fojtó CO<sub>2</sub> gáz veszélyen túlmenően a természetes CO<sub>2</sub> gázelfordulásainkban kismértékben jelenlévő H<sub>2</sub>S mérgező hatására is számítani lehet, indokoltá vált a kitörésselhárítási mentőcsapatok felkészítése a fojtó vagy mérgező gázt tartalmazó környezetben elvégzendő mentési munkákra is.

Gázvédelmi célból általánossá vált mind az alföldi, mind a dunántúli mentőcsapatoknál a

DRAEGER PA54/I jelű

sűrített levegős gázmentőkészülékek használata, ezeket PANORAMA—NOVA álarccal együtt alkalmazzuk.

## 1.3. Gázérzékelő műszerek, koncentrációmérők

A ZSANA É—2 kitörésselhárításánál rendszeres CH-gázkoncentrációt mérő laboratóriumi mérőcsoport tagjai közül 4 technikust a mentőcsapatok állandó tagjai közé osztottunk be, ez a kis csoport képezi a magját egy nagyobb veszély alkalmával azonnal kibővíthető gázveszélymegállapító és gázkoncentrációmérő egységnek.

A korábbi egyedi méréseket lehetővé tevő szippantós kéziszivattyúkkal alkalmazott vizsgálócsövecskék használatának megtartása mellett a mentőcsapatok gázkoncentrációmérő részlegeit folyamatosan jelző, portábilis modern gázészlelő és gázkoncentrációmérő készülékekkel láttuk el.

A mentőcsapatok a ZSANA É—2 gázkitörés óta az alábbi gázészlelő és koncentráció-készülékekkel látták el magukat:

AUER: Metanometer M 502

AUER: Metanometer M 510

AUER: Oxigén indikátor 6081—701

DRAEGER: Sulfiwarn

## 2. A roncseltávolító eszközök tökéletesítése:

Közismert az égő kutak körüli mentések vonatkozásában az a körülmény, hogy mindaddig nem lehet eredményesen eloltani a kút tüzét, amíg

- a kútból kilépő éghető anyag lángcsóvája több ágból áll és emiatt állandóan örvénylő légáramlat van a kút körül;
- a kút közvetlen közelében a fúróberendezés acélroncsai izzó állapotban vannak, mivel ezek egy pillanatnyilag sikerrel végzett tűzoltás után újragyújthatják a kiáramló szénhidrogént.

Ezért a tűzoltási előkészületek előfeltételei közé a gyors és biztonságos acélroncs-eltávolítási módszereket is be kell vonni.

(Szárazföldi fúrásoknál, lakatlan körzetekben e téren alkalmazható volna a Szovjetunió olajbányászati gyakorlatában kipróbált módszer, a fúróberendezés-roncsoknak és a kútfejszerelvénynek robbanó-ágyulóvédekkel való letarolása, elseprése az égő kút közeléből. A módszer alkalmazási lehetőségét a ZSANA É—2 megközelíthetetlen kútfejszerelvényének lelövésénél a magyar olajbányászat is megismerte, azonban a lakott települések közelsége miatt a fenti módszeren túlmenő eljárások és eszközök kialakítása és begyakorlása is feladatunkat képezi.)

Ezért az égő kutak közvetlen környezetében lévő *acélroncsok feldarabolására*, egymástól való elválasztására, — emellett roncsolt kútfejszerelvénytagok lyukfejről való levágására — a munkát végző személyek hősugárással szembeni kellő védelmének biztosítása mellett alkalmazható

*oxigénlándzsás darabolási eljárásnak,*  
valamint

*az acetiléngázos lángvágási eljárásnak*  
a kísérleteit végeztük el.

Az oxigénlándzsás vagy acetiléngázos vágással darabolást végző mentési dolgozók hősugárással szembeni védelmére az alábbi árnyékoló folyamatok, eszközök vagy módszerek adnak lehetőséget:

- mesterséges árnyékolás a dolgozók fölé és elé távolról „manipulátor-karokkal” odatartott hővédő fém-üveggyapotbélételes pajzsok révén;
- vízködpermetezés és erőteljes esőztetés a dolgozó munkahelye és a láng közötti területen;
- természetesen kialakuló, vagy mesterségesen létrehozott átlátszatlan fekete füstgomolyag, mely az égő tűz felől árnyékot teremt a mentési munkát végzők számára.

Amennyiben a tűz körzetéből egymással össze nem függő, vagy egymástól már az előzőkben felsorolt feldarabolási eljárásokkal elválasztott acélroncsokat, törmelékeket kell eltávolítani, a kőolajbányászat mentőszervezete ehhez kialakította már a *csőrlős* traktorok segítségével mozgatott — 20 ... 30 m távolságra is elérő — rácsostartós-szerkezetű karral rendelkező „manipulátort”, s ennek a végén azokat a *cserélhető, vízpermethűtéssel ellátott horgokat és kampókat*, amelyek a berendezésroncsrészekbe beakasztva azoknak a tűz zónájából való kihuzatását teszik lehetővé.

A „manipulátort” hernyótalpas traktor segítségével mozgatjuk. A traktor vezetőjét és a traktor üzemanyagtartályát a sugárzó hő ellen a traktor utasfülkéjét megfelelő légréssel burkoló fényvisszaverő fémlemezburkolattal védjük, a traktorvezető számára ezen keresztül megfelelő kisméretű nézőnyílásokkal biztosítva.

A horgokat és kampókat úgy alakítottuk ki, hogy esetleges túlterhelésük alkalmával egy gyengített szelvényű nyírócsapszeg szakadjon el, s ezután szabaddá vált horgot a manipulátor



karjához erősített biztonsági drótkötéssel lehessen a tűzből visszamenteni.

Az izzó acéltárgyért a tűzbe benyúló kampó kilágyulásának elkerülésére a manipulátor karján menő vezetékcsövön át hűtővízpermetet szórunk a kampó, horog, gereblye felületére.

A manipulátor karja, a horgok és kampók, valamint a csőalakú tárgyak tűzbőlmentésére kialakított karmos gereblyék olyan szilárdságúak, hogy 300 kN húzóerőt lehessen velük kifejteni.

### 3. Szokásos módon leszerelhetetlen lyukfejtagok eltávolítása

Műszaki fejlesztési feladataink között többféle eljárást dolgoztunk ki arra az esetre, amikor a mentés során egy felső részén megsérült lyukfejszerelvénytágot azért kell a kitörés alatt álló lyukfejről leszerelni, leemelni vagy eltávolítani, hogy az alatta lévő — ép — lyukfejszerelvénytágot pereméhez elzárószerkezetet lehessen csatlakoztatni a kitörés megfékezésére.

E feladat végrehajtásánál alkalmazható eljárások, módszerek attól függnek, hogy

- a) a lyukfejtag-eltávolítást égő kútviszonyok között,
  - b) a lyukfejtag-eltávolítást nem égő, de robbanás- és tűzveszélyes viszonyok közt,
  - c) a lyukfejtag-eltávolítást égésre, robbanásra nem hajlamos kitörés mellett
- kell-e megvalósítanunk.

#### 3.1. Az oxigénlándzsás vágási eljárás

Égő kútviszonyok mellett alkalmazható módszer. Lényege az, hogy a levágandó kútfejszerelvénytágot vágási felületéhez manipulátor segítségével, vagy kellő hőszigetelés elleni védelemmel biztosított helyen álló dolgozó kézi irányításával egy olyan acélcsővéget szorítunk, amelyen át nagymennyiségű oxigént áramoltatunk. Az oxigén a nagy széntartalommal rendelkező acélcső végén a carbon égése folytán 3000 °C körüli hőmérsékletet fejleszt, ennek a hőmérsékletnek a hatására a hő megolvasztja a szemben lévő acélöntvényt, az kilyukad, s az ilyen lyukak egybefolyása révén a lyukfejszerelvény vagy egyéb acéltárgy leválasztható az alatta lévő részről.

Az oxigén tárolása egy párhuzamosan kapcsolt oxigéntartály-rendszerben valósul meg, melyet a munkálat helyétől kellő biztonsági távolságra kell elhelyezni. Az oxigénlándzsáig menő oxigéntömlőt mechanikai sérülések és a hőhatás ellen védenünk kell.

A művelet nehéz része a fokozott biztonsági követelmények megteremtése mellett az égés folytán fokozatosan rövidülő oxigént vezető acélcső utánpótlása és égő körülmények között a vastag kútfejszerelvény körüllyuggatása, levágása.

#### 3.2. Acetiléngáz — oxigénes lángvágási eljárás

Szintén égő kútviszonyok mellett alkalmazható módszer. Lényege egy olyan különleges

kialakítású hegesztő-vágópisztolynak a felhasználása, amelynek nyele — meghosszabbított fémcsővezeték — az égő kútfejszerelvénytől távolról, a kezelője számára biztonságos helyről mozgatható, s a tér „minden irányában” végrehajtható vágások megvalósítására alkalmas.

Berendezésroncs-darabolási eljárásként — a hegesztő kellő védelméről való gondoskodás mellett — a világon több kitörés felszámolásánál használták már, a magyar kitörésselhárítási mentőcsapat gyakorlaton szintén alkalmazta már a módszert.

Lyukfejszerelvénytágot vagy perem eltávolításánál az alkalmazhatósága a peremeket összefogó csavarorsók, csavaranyák lángvágással való eltávolításában látszik legreménytelibbnek.

Biztonsági előfeltételei közé kell sorolni az oxigén és disszociációs-gáz tömlőinek mechanikai sérülés és hőhatás elleni védelmét, az oxigén- és disszociációs-gázpalackok hőszigeteléssel szembeni védelmét;

kivitelezési finomságai közé tartozik az a védett helyről irányítható mechanizmus, mely a lángvágás által megkövetelt vágópuskamozgást a hegesztőszakmunkás teljes védettsége mellett egyszerűvé teszi.

A magyar kitörésselhárítási mentőszervezet a Lovásziban tartott kitörésselhárítási gyakorlaton az eljárás használhatóságát roncsszétdarabolásoknál már bizonyította, és lyukfejszerelvényrészek szétdarabolási kísérletének végrehajtására égő kútviszonyok között az 1981. őszi kitörésselhárítási gyakorlaton került már sor.

#### 3.3. Acéldrótkötéssel végzett lyukfej- vagy csőlevágás

A gondolat első ismert megvalósítása egy algériai gázkitörés lyukfejszerelvényének levágásánál történt, ahol az amerikai kitörésselhárítási vállalkozó, RED ADAIR vágta el ezzel a módszerrel a roncsolt lyukfejszerelvény alatt a kibontott béléscsőoszlop legfelső béléscsővét.

A film képeiből ismertté vált eljárás részletes kísérleteit a magyar kitörésselhárítási mentőcsapat is elvégezte, s ezek alapján akár lyukfejszerelvénytágot, akár béléscsőrészeket, vagy csővezetékeket a drótkötéssel való átfűrészelésére vállalkozni tud.

Az eljárás lényege az, hogy a levágandó henger alakú tárgy kerületének egy ívrésze — valamilyen módszerrel — rugalmas acéldrótkötéletet fektetünk, a drótkötél két végét egy kb. 120 °-os szöget alkotó pályán két távol elhelyezett — azonos méretű és meghajtóteljesítményű — drótkötélvitlához vezetjük, amiközben a két drótkötélvitla egyikére nagy sebességgel felcsévéljük az acéldrótkötéletet, a másik vitla dobjáról bizonyos mértékű fékezésel lehetőséget adunk a feltekert drótkötél oly mértékű lefutására, hogy eközben a drótkötél szárai közötti szög csúcspontját jelentő hengeres acéltárgyon a drótkötél azonos rovátkapályán erős súrlódással tudjon csak legördülni.

A drótkötélnek nagy sebességgel való végigfutása a szög csúcspontját jelentő — lyukfej-



szerelvény vagy cső — hengeres felületén olyan súrlódási hő ébreszt, amelynek hatására az acélanyag felmelegszik, s az olvadás állapotába jut. Az olvadt acélanyagrészeket a nagy sebességgel haladó acélsodronykötél durva pászmái és sodrott elemi szálai kihordják a képződő horonyból, s ezzel a vágás egyre mélyebbre hatol a vágandó felületbe.

A művelet végrehajtására a magyar kőolajbányászati mentőszervezet megfelelő hajtóerőt képviselő „SALZGITTER” típusú vitlákkal rendelkezik, az elvégzett kísérletek során 3—4 m/s kötélhaladási sebesség mellett 1 dm<sup>2</sup>/óra acélvágási teljesítményt sikerült elérni.

Az acéldrótkötél a munkavégzés során nem hevül fel károsan a nagy haladási sebessége miatt, s a vágandó felület után a levegőn lehül a káros változást még nem jelentő hőmérsékletre.

Az eljárást akár égő kút lyukfejszerelvényének, akár nem égő kút lyukfejszerelvényének az eltávolítására fel lehet használni, amikor az utóbbi esetben égő vagy égésre hajlamos gáz esetében kellő vízpermetezéssel kell a begyulladás megakadályozni.

A kísérleteket a kitörésselhárítási mentőcsapat egyrészt az Üllésen 1979-ben tartott országos kitörésselhárítási gyakorlaton, másrészt a lengyelországi DASZEWÓ-i kitörés hasonló feladatára való felkészülése közben 1980 karácsonyán Bázakerettyén végezte el. Ez látszik a legkevésbé kockázatos és legegyszerűbb kútfejlevágási módszernek.

### 3.4. Az eróziós vágási módszer alkalmazása lyukfejtag-levágásra

A ZSANA É—2 gázkitörés megfékezési munkáiban már szerepet kapott az erózió segítségével végzett csővágás, ezzel sikerült a volt fűróberendezés lefűvatórendszeréhez menő gáz vezetéket úgy elvágni, hogy az oldalirányú láng helyett a továbbiakban két egymáshoz közeli függőleges irányú gázláng alakult ki.

Az eróziós csővágási eljárás univerzális módszerre való alakítása érdekében két éven át folytatott műszaki fejlesztéssel és kísérletezéssel az alábbi feladatok elvégzésére lett képes a magyar kitörésselhárítási mentőcsapat:

- *Alternatív mozgást végző eróziós vágót* alakítottunk ki az Üllés melletti 1979. évi kitörésselhárítási gyakorlaton való bemutatásra, ennek segítségével egyszerre egymáson belül lévő 9 5/8"-os, 5 1/2"-os és 2 7/8"-os csőköteget sikerült elvágni 20 percnyi munkával. Az alternáló — ide-odahúzzható, tolható — mozgatás céljaira a mentőszervezet rendelkezik egy megfelelő hidraulikus távvezérlő és irányváltó szerkezettel, melynek konstrukcióját is a mentőszervezet fejlesztette ki. Ennek a távvezérlő hidraulikus szerkezetnek segítségével 30—40 m távolságból — megfelelő és ugyancsak megalkotott — horgonyponthoz erősítve végezhető el a bélésű nyakára szerelt eróziós vágó mozgása.

Az eróziós folyadék kvarchomokkal kevert víz, melyet a rétegrepesztéseknél és az eróziós perforálásoknál a kőolajbányászatban rendszeresen alkalmazott nagynyomású szivattyúegységekkel sajtoltunk az eróziós vágó 4 db 3 mm-es fűvókájához.

A módszer eddigi alkalmazásának tanulságai kedvezőek ugyan, a végrehajtás előfeltételeként azonban az eróziós vágót a kibontott aknában kiszabadított utolsó bélésű nyakára kell valamilyen módon helyezni és erősíteni, hogy a vágás végrehajtható legyen. Ezt a feladatot eddig csak úgy lehetett végrehajtani, ha legalább 4 mentőcsoporthoz a kitörésben lévő kút alatt kialakított negatív-kúp formájú üregbe bement és az eróziós vágó bélésű csőre erősítését a felfogóbilincsekkel megvalósította.

Maga a lyukfejtag levágási eljárása lényeges veszélyek és különösebb kockázat nélkül elvégezhető, a szerszámnak a vágandó felületre való felhelyezése azonban kockázatos személyi vállalkozást követelt meg.

- A *rotációs mozgást végző eróziós vágó* a fentemlített személyi kockázat elmaradását jelenti, amennyiben „távolról manipulátorral” helyezhető a levágandó bélésű csőnyak köré, s a bélésű cső elérése után a vágószerszám rögzítését, körbefordító mozgását már távolról (30—50 m távolságból) hidraulikus távvezérléssel lehet megvalósítani.

Ezen — az előbbinél sokkal biztonságosabb — eróziós vágó vágási teljesítménye az alternatív mozgást végző eróziós vágónál lényegesen jobb, s akár tűzben lévő, akár egyszerű kitörést jelentő feladatok esetében módot ad a roncsolt lyukfejszerelvény alatti csőnyak elvágására 13 3/8", 9 5/8", 7", vagy ennél kisebb méretek esetében. Csak csövek vágására alkalmas azonban, nagyvastagságú öntvények elvágására nem!

### 3.5. Bélésű csőfejtag alatti utolsó bélésű cső levágása mechanikus marással

A kőolajvezetékekben előfordult hibák csőkivágással való javítására a Gáz-Olajvezeték Vállalat (GOV) műszaki fejlesztési kollektívája „HATOS” szabadalom néven egy hidromotorral meghajtott mechanikus marószerkezetet dolgozott ki, amelyet vízszintes tengelyű csővezeték feldarabolásánál sikeresen alkalmaztak.

A marással dolgozó vágószervezet a csőátmértől függetlenül alkalmazható, mivel a vágandó csövet kívülről járja körül, miközben hidromotorral hajtott marófeje a csőkerületen kettőskúp alakú hornyot vág.

Ezt a mechanikus megmunkáló gépet tette a GOV Műszaki Fejlesztési Osztálya a kitörésselhárítási mentőszervezettel való együttműködés során alkalmassá arra, hogy függőleges helyzetben álló nagy(obb) átmérőjű csövek levágására alkalmas legyen, s ezzel megteremtette a lehetőséget arra, hogy egy távirányítású, hidromotorral meghajtott, mechanikus elv szerint működő bélésű csővágószervezet álljon a kitörésselhárítás rendelkezésére.



A magyar kitörésselhárítási mentőszervezet a Gellénházán 1980. őszén tartott országos bemutatón való alkalmazás mellett a szerkezetet a csehszlovákiai HRUSKY gázmezőn bekövetkezett gázkitörés utáni kútfejjavítási munkánál eredményesen alkalmazta 1980. októberében.

### 3.6. Esztergakéses vágó beléscsőfej alatti beléscső levágására

Hasonló feladat végrehajtására konstruálta meg a KOC kitörésselhárítási nemzetközi háromoldali gyakorlatára az NDK mentőcsapata azt az esztergakéssel dolgozó körbejáró vágószereszerelést, amelyet két félkörből kialakított részben lehet a lyukfejszerelvénnyel alatti beléscsőre rá szerelni. Az esztergakés beléscső külső kerületén való körbenjárására meghajtásként a rétegyomásméréseknél alkalmazott acélhuzal szolgált, amelyet két távolálló rétegyomásmérő vitla közül az egyik a dobjára felcsévelt, míg a másik fékkel a dróthuzalt a dobrol leengedte. Az esztergakés előretolását minden körülfordulás után egy kilincsművel továbbított csavarorsó biztosította.

Ez a szereszerelés is olyankor alkalmazható, amikor a kitörés közben lévő kút lyukfejszerelvénye alatt a betonfelület megbontása után olyan üreget (negatív kúpot) képeztek ki, amelyben szabadba tehető lett a beléscsőfej alatti legfelső beléscső.

A fentebb ismertetett beléscsővágóeszköz bemutatására az NDK kitörésselhárítási gyakorlótelepén, Salzwedel mellett 1979. őszén került sor.

Míg a 3.1., 3.2., sőt a 3.3. alatt ismertetett eljárásokkal a lyukfejszerelvénnyel bármely tetszőleges síkban elvágható, a 3.4., a 3.5 és a 3.6 alpontokban ismertetett vágási eljárások főként a beléscsőfej alatti legfelső beléscső elvágására alkalmasak, s ezzel olyan állapotot hoznak létre, amikor a roncsolt csőfej helyett a gázkitörés egy perem nélküli sima végű függőleges csőből áramlik felfele.

### 4. A betonakna megbontására szolgáló szereszerelés, eljárások

A kitörésselhárítási feladatok közben a kútfejszerelvénnyel való könnyebb hozzáférhetőség érdekében szükségessé válhat a rendszerint szűk betonakna falainak megbontása és a kútfejszerelvénnyel körül egy nagyobb méretű gödör kialakítása.

Száraz talajviszonyok között a betonfalak eltávolítása után a gödör falai a talaj minőségétől függő természetes rézsűnek megfelelően alakítandók ki, magas talajvízszint esetében, vagy a mentés érdekében fokozatosan végzett vízfecskenedezés alkalmával gondoskodni kell arról, hogy a földgödörben összegyűlő víz (vagy olaj) eltávolítása a lyukfej megközelítésére megvalósuljon.

Ez utóbbi esetben megfelelő (robbanásvédelmet biztosító) elektromos meghajtású bűvárszivattyúkkal, vagy nagyteljesítményű injectoros szivattyúkkal lehet az akna helyén kialakított

gödör folyadékszintjét csökkenteni, vagy azt kiüríteni; ugyanakkor az aknába való biztonságos lejutás lépcsőjét, létráját is fel kell szerelni.

A magyar kőolajbányászatban alkalmazott toronyalapozási és kútaknakiképzési technológiának megfelelően összefüggő, döngölt betonfelület képezi a torony alapját és a kútakna függőleges részét és talpi vízszintes síkját. Az esetek egy részében, különösen futóhomokos vagy magas talajvízszintes területeken az akna fala vasbetonépítmény.

A ZSANA E—2 kút mentési munkáinál szerzett tapasztalatok, valamint az ÜLLÉS-i kitörésselhárítási gyakorlaton szerzett ismeretek alapján a toronyalap betonfelületének és az akna betonfalának megbontása — még vasbeton kialakítás esetében is — elvégezhető a *hosszú gémmel rendelkező markoló-baggerral*.

Az esetleges szikraképződés elkerülésére a betonfelület markolóval való feltörésénél a kellő nedvesítésről tűzoltótömlőkön át adott vízpermetezéssel kell gondoskodni.

Nagyobb vastagságú betonaknafenekék, vagy toronyalapot betonfelületeinek feltörésére a kőolajbányászati mentőcsapatok beszerettek egy *pneumatikus működésű nagyteljesítményű fejtőkalapácsot*, melyet bármely hosszú kinyúlású gémmel rendelkező földmunkagép (markoló, bagger) gémjének végére fel lehet szerelni, s a távolabb felállított 6 bar üzennyomású légkompresszor segítségével a fejtőkalapács révén a beton feltörhető.

Ez utóbbi munkagép működőképessége, üzembiztossága az ÜLLÉS térségében végrehajtott országos összevont gyakorlaton nyert bemutatást.

### 5. Munkapadok kialakítása aknában vagy lyukfejszerelvénnyel melletti munkáknál

Kibontott akna fenekén, vagy lejárólépcsők készítésekor, vagy lyukfejek különböző részeinek eléréséhez szükséges munkafelületek kialakítására

- tűz alatti munkák végzésénél magasranyúló darugémmel beemelhető *előregyártott betonelemlapok*,
- tűzmentes feladatok végrehajtásánál az általános használatban elterjedt *fából készített rakodólapok* váltak be. Ez utóbbiak elhelyezése azért is kényelmes, mert egy-egy rakodólapot két mentőbrigádtag megerősítés nélkül képes emelni, mozgatni.

### 6. Beléscsőfej v. alapperem felszerelése sima csőnyakra

Mindazon esetekben, amikor akár a gázkitörés okozta nagymértékű erodáló hatás következtében, akár más mechanikai hatás miatt (pl. ágyulóvésekkel való lyukfejeltávolítás), a lyukfejszerelvénnyel olymértékben megsérül, hogy az már nem alkalmas új elzárószervelvénnyel közvetlen csatlakoztatására, kénytelen a kitörésselhárítási munka vezetője a roncsolt lyukfej teljes



eltávolítására döntést hozni, s az előző csőelvágási módszerek egyikének alkalmazása mellett ilyenkor áll elő az a helyzet, amikor a kút (fúrás) aknájának helyén kialakított munkagödörben a gáz- vagy olajkitörés egy csupasz cső belsejéből folytatódik.

A feladat ilyenkor az, hogy ennek a csupasz csővégződésnek a tetejére olyan bilincses-ékes peremet helyezünk el, amelyen át ugyan a kitörés változatlanul tovább folyhat, amely azonban alkalmas arra, hogy a később — hagyományos eljárások alkalmazásával — rászertelt lyukelzárószervezet segítségével a kitörést megfékezzük, a kútban megbomlott nyomásegysúlyi állapotot helyrehozzuk.

A csupasz csőnyakra felszerelésre kerülő *bilincses-ékes alapperem* több feladat egyidejű teljesítésére kell képes legyen:

- a) tegye lehetővé azt, hogy a később rászertelt lyukfeszterelvénnyel és kitörésgátló önsúlyát biztonságosan megtartsa és ne csússzon ennek a súlynak hatására a bélésű csőön lefele;
- b) legyen oly szilárdan felerősítve a bélésű cső sima csőnyakára, hogy a kitörésgátló későbbi lezárása alkalmával a bélésű csőben kialakuló nyomás hatására keletkező tolóerő alulról felfelé le ne szakítsa a lyukfeszterelvényt a bélésű csőfejjel együtt a csupasz csőnyakról;
- c) legyen olyan tömörzáró, hogy megtartsa azt a nyomást, ami a kitörés lezárása és a kútelfojtás alkalmával a kútfejszerelvényre hat.

A fenti kívánások kielégítésére a hazai kőolajbányászat mentőszervezete kétféle megoldású és méretű, valamint nyomáshatárú csupasz csőnyakra szerelhető *bilincses-ékes alapperem* szerkesztett meg és próbált ki gyakorlatilag:

1. *Két félből összerakható*, szorítóékekkel és lágyacél-tömítőfelületekkel ellátott csavarozott bélésű csőfejalapperemet, 9 5/8"-os méretű csupasz bélésű csőnyakra alkalmazhatóan, 210 bar üzemi nyomásra méretezve;
2. *Egy bontatlan, teljes körhengerformájú* bélésű csőalapperemet, melyet a kitörés közben egy segédbilincs igénybevételevel fölülről húznak a gáz- vagy folyadékkiáramlason keresztül a csupasz bélésű csőnyakra, majd egy, a belsejében leültethető kettényitható gumitömítéses ékrendszerrel ékelik fel és szorítják hozzá tömítő módon a bélésű csőnyakára. Ez utóbbi ékes alapperem 13 3/8" méretű és 350 bar üzemi nyomású kivitelben valósult meg.

Az üllési és a gellénházi kitörésselhárítási gyakorlaton mindkét — csupasz csőnyakra felszerelhető — lyukfeszterelvénnyel megbízható szerelhetőségről és nyomástartó képességéről meggyőződünk.

#### 7. Kísérletek olaj-gázkúttüzek oltására vízköddel, CO<sub>2</sub>-vel

Az égés három előfeltétele közül az éghető anyag kútból való kiáramlását égő kút esetében nem tudjuk a mentési munkái elején ugyan megakadályozni, azonban kísérletet tehetünk arra, hogy

- a) a gyúlési hőmérséklet alá hűtsük az éghető anyagot, vagy
- b) a környezetből az égéshez szükséges mennyiségű oxigént kiszorítsuk.

A két fenti elvnek a kőolaj- és földgázbányászati kutak tüzéinek oltásánál való alkalmazásával foglalkozik az OKGT kitörésselhárítási mentőszervezete.

a) A környezet hőmérsékletének lehűtésére, a párolgás vagy a víz elgőzösítése során igényelt nagymennyiségű hőfelvételtől keletkező *hőelvonás* elvének megvalósítására indítottuk el azt a kísérletsorozatot, amelyben *nagymennyiségű, nagyszugársebességű vízköddöt* állítunk elő és viszünk be porlasztott formában a kútból kilépő olaj- vagy gázsugárba és a lángokba.

E gondolatnak többféle kiviteli megoldásával foglalkoztunk eddig:

- Két *eróziós fúvókán* kb. 250 m/s áramlási sebességgel kilépő vízsugárnak egymásbaütöztetése révén keletkező *porlasztásával*;
- A hűtővíz porlasztásával, számos 0,5 mm átmérőjű fúvókával ellátott *porlasztórózsán át való nagynyomású kilövésével*.
- A kitört kút ún. *vészlelfúvató vezetékrendszeréhez* való vezetékcsatlakoztatás sikere esetében a kútból kiáramló *éghető anyagnak* (gáznak, olajnak) *nagymennyiségű vízzel való keverésével* és így a keverék gyulladá- vagy lobbanáspontja megemelésével.
- b) A kőolajkutak tüzéinek eddigi hagyományos tűzoltási módszerein (robbantásos eljárás, turboreaktív oltóegységekkel való oltás, esetleg nagymennyiségű vízzel való oltás) túlmenően kísérleteket készítünk elő arra, hogy *nagymennyiségű CO<sub>2</sub> gázt* juttassunk az égő anyagba — a környezet oxigénjének kiszorítására —.

A CO<sub>2</sub> gázt a kitört és égő kút helyszínére szállított cseppfolyós CO<sub>2</sub>-t tartalmazó portábilis járműtartályokból nyernénk előlegeitett vezetékeken való expandálással és sugárcsővel az égési térbe való bejuttatással.

#### 8. Kísérletek égő kutak tüzéinek eloltására a kitörésgátló betéteinek bezárása révén

Már az ALGYŐ—168 kút 13 évvel ezelőtti eseményei közben is felmerült az a gondolat, hogy a kút környezetének a tűzoltás után tovább fennmaradó kitörésből származó olajszétszóródás miatti nagyfokú elszennyeződésének elkerülésére, valamint a távolra elhúzódnak szénhidrogén-gázok okozta robbanási veszély elkerülésére legcélszerűbb volna a kutat — az első sikeres tűzoltás után és a kútfejszerelvénnyel megsemmisítését követően — ismét begyújtani, mert ilyenkor keletkezik mind a környezet számára, mind pedig a mentőszervezet számára a legkisebb veszély.

Bár a hazai kitörésselhárítás gyakorlatában eddig még nem került sor egyszer már eloltott kitört kút újbóli szándékolt visszagyújtására, a ZSANA É—2 mentési munkái során az ágyulövés és robbantással végzett lyukfeszterelvénnyel-eltávolítási kísérlet közben gyulladt be a kút másodszor egy robbantási kísérlet közben.



Mivel az olajkúttűzoltási eljárások — egy fő-  
láng esetében — műszaki komplikációk nélkül  
vezetnek ma már sikerre, a kitörésselhárítási  
szakemberek közül egyre többen jutottak el ah-  
hoz a gondolathoz, hogy a műszaki indokokból —  
a kút szájára szerelendő elzárószerkezet részletei-  
nek megtervezéséhez szükséges információk  
pontos megszervezése érdekében — szükségessé  
váló *első kúttűzelőtást követően* a lehető legrö-  
videbb idő múlva *célszerű a kútból kiáramló  
szénhidrogént újból begyűjtani*, s a kút égő álla-  
potát mindaddig fenntartani, amíg a célszerű el-  
zárószerkezet felszerelésre való előkészületei be-  
nem fejeződtek.

Ezt követően kerülhet sor a kút tüzeinek má-  
sodszor való eloltására, s ezután kitöréssel kör-  
ülmények között az új kútelzáró szerelvénynek  
a kút szájára való felszerelésére.

Ennek a gondolatmenetnek a továbbfejlesz-  
téséből adódott az az újabb elképzelés, hogy a  
kitört kút szájára a másodszori tűzoltást köve-  
tően olyan kitörésgátló-elzárószerelvényt tegye-  
nek,

- a) amely a kitörésgátló zárószerelvényei felett  
egy *magasranyúló kéményszerű csőnyúl-  
vánnyal rendelkezék*, hogy azon keresztül  
már a lyukfejszerelés közben is kiáramló  
olajat, gázt a szél messzebbre vigye a kút-  
fejszerelésen dolgozóktól,
- b) amelynek legyen olyan *árnyékot képző fém-  
lemezekből készített sátorsteteje*, amelynek  
védelmében egyrészt a fölülről lefele hulló  
folyadékkal szemben biztonságosabb a mun-  
kavégzés, és amely végezetül a magas kúr-  
tőn kiáramló folyadéknak vagy gáznak a  
továbbiakban mégegyszer megvalósított  
meggyűjtása alkalmával fényárnyékot vet  
az alatta dolgozókra.

Így született meg abban a munkában, amely-  
ben a magyar kitörésselhárítási mentőszervezet  
szakemberei tanácsadóként résztvehettek — a  
DASZEWÓ-i kúttűz oltásánál — az a döntés,  
hogy *a környezet minimális szennyezése érde-  
kében* a kitörésgátlók peremcsavarjainak meg-  
húzása után a kútból a magas csőszerű *kürtőn  
felfeleáramló olaj-gázkeveréket újból meg kell  
gyűjtani*, s a kitörésgátlótól elinduló lefúvató-  
vezetékek, működtető vezetékek szerelését és  
biztosítását újból *égő kút mellett*, de a *kitörés-  
gátló külseje felett elhelyezett árnyékkadó fém-  
tető védelme alatt* kell elvégezni, majd a kút  
termelvényének a tartályállomás és gázfogadó-  
állomásra való bekötése után a kút elfojtása  
nélkül a *kút tüzét a kitörésgátló telezáró beté-  
tének távirányítású becsukásával kell megszü-  
ntetni*.

Ennek a Lengyelországban végzett olajkút-  
tűzoltási munkának a tanulságait a magyar ki-  
törésselhárítási szervezet is magáévá tette, s a  
jövőben — esetleg hasonló körülmények fenn-  
forgása esetében — alkalmazni kívánja.

A tapasztalat szerint megfelelő hőszugárzás  
elleni védelmet biztosító ruhákban egy fenti —

tűzcsőva alatt végzett — lyukfejszerelési mun-  
ka kevesebb kockázattal és minimális környe-  
zetszennyezéssel végezhető el, mint bármely  
eddig hasonló körülmények között alkalmazott  
eljárás.

## 9. Mérgező- és fojtó gázok veszélyes koncent- rációjának megszüntetése a munkahelyen

A kitörésselhárítási mentőszervezet a műszaki  
fejlesztési munkájában működésbe állított

- a) egy olyan *nagyteljesítményű levegőturbo-  
fűvőt*, és a hozzá csatlakozó kigöngyölhető  
ponyvavázonból készített nagyátmérőjű  
*légnymóvezetéket*, amelynek segítségével  
távolról friss levegőt lehet juttatni olyan  
pontokra (gázkitörésben lévő kútfejszerel-  
vényekhez, meghibásodott szerelvényű cső-  
befutóállomásokhoz, gázelosztótelepekre stb.)  
ahol a meghibásodás következtében a lég-  
térbe mérgező vagy fojtó gáz káros koncent-  
rációban áramlik ki;
- b) olyan elektromotorral vagy kézi hajtással is  
működtethető kisteljesítményű *frisslevegős  
ventillátorokat*, amelyeknek távolra vezetett  
nyomótömlőjén át CO<sub>2</sub>-vel elárasztott lég-  
térben a belső égésű motorok szívótorkába  
a motor járásához szükséges levegőt juttat-  
juk, s a megfelelő gázmentő készülékkel el-  
látott szivattyúkezelők irányításával pl. CO<sub>2</sub>  
gázkitöréssel kutak aknájának folyadékmen-  
tesítését, vagy más szivattyúzási feladatot  
(kútelfojtást stb.) el lehet végezni e belső  
égésű motorral ellátott munkagéppel.

## Befejezés

A kitörésselhárítás feladatainak újraátértéke-  
lése és a velük összefüggő műszaki fejlesztés ál-  
landó tevékenységet és leleményességet követel.

Gondolatébresztő ebben a vonatkozásban az  
elmúlt hazai vagy nevezetesen külföldi kitörések  
eseményeinek elemzése, a kitörések felszámolá-  
sára használt eszközök, módszerek és szervezési  
intézkedések számbavétele.

Külföldi szakkikkek közleményei, neves ki-  
törésselhárítási vállalkozók módszerei egyes rész-  
letkérdésekben, a KGST kitörésselhárítási koor-  
dinációs centrumának külföldön és hazánkban  
rendezett gyakorlatai és leginkább az együtt  
megoldott hazai kitörések elhárításának mun-  
kamenete inspirálják e téren a kitörésselhárítási  
műszaki fejlesztés magyar szakembereit. Egy  
gondolat felvetődésétől az eszköz vagy módszer  
megvalósításáig számos józan kritikus adja ösz-  
sze itt a tudását, a mentőszervezet, a mentő-  
csapatok és -csoportok vezetői, valamint a men-  
tőbrigádok tagjai. Kollektív munkájuk fejleszté-  
si eredményeiről készült ez az összefoglaló  
ismertetés.



# Szerkesztői közlemény

Lapunk színvonalának emelése, a felesleges többletmunka elkerülése és a szerkesztés megkönnyítése érdekében az alábbiakban adunk tájékoztatást a szerkesztés irányelveiről és a kéziratok elkészítési módjáról.

A cikkek kívánatos *terjedelme* (ábrákkal együtt) 3–6 nyomtatott (15–30) gépelt oldal. Nagyobb terjedelem csak kivételes esetekben fogadható el, de ilyenkor a szerkesztő bizottság fenntartja magának a jogot, hogy a cikket több részben közölje. A szerző minden esetben a teljes cikket köteles beküldeni, akkor is, ha az esetleg több részletben fog megjelenni.

A beérkező cikkek *megjelenési sorrendjére* általában azok beérkezési időpontja mérvadó, még is — azok fontossága, aktualitása figyelembevételével — a szerkesztő bizottság egyes cikkeket előre sorolhat.

Lapunk általában csak *első közlésnek* ad helyet. A cikk beküldésével egyidejűleg a szerző nyilatkozni tartozik, hogy a cikk máshol még nem jelent meg. Máshol már megjelent cikkeket közlését csak egészen különleges esetekben tesszük lehetővé.

Vállalati vagy népgazdasági vonatkozásban *bizalmas adatok közléséért* a szerző terheli a felelősség. Kérdések esetében a szerzőnek feleltetéseitől a cikkhez írásbeli engedélyt kell mellékelnie. Más szerzők megállapításait, ábráit stb. csak a forrásmunka megjelölésével szabad közölni.

A cikk megjelenése nem feltétlenül jelenti azt, hogy a szerkesztő bizottság annak minden megállapításával egyetért, ezért lapunkban helyt adunk *szakmai hozzászólásoknak*, vitáknak is.

A szakirodalom rohamos mennyiségi növekedése következtében alapvető követelmény a *tömör, szabatos fogalmazás*. Célszerű a cikkeket alcímekkel tagolni, a legfontosabb gondolatokat kurzív szedéssel (a kéziratban aláhúzással) kiemelni. Levezetéseket nem közlünk teljes terjedelemben. Számítási módszereket célszerű — miként a levezetéseket is — csak a kiindulást és a végeredményt megadva, számpéldával is szemléltetni. Prospektusokból vett adatok, elnevezések használatát lehetőleg kerülni kell, vagy hivatkozni kell a forrásmunkára.

A szerkesztőség fenntartja magának a jogot, hogy a nyelv helyessége érdekében a kéziratokban javításokat végezzen.

## A SZÖVEG GÉPELÉSE

A cikkeket *két példányban* kell beküldeni. Csak géppel, 25 soros (2-es sorköz, egy-egy sorban 50 leütés, 3–4 cm-es margó) oldalakon írt, tisztán olvasható kéziratokat fogadunk el. A gépelt anyag első példányát és egy másolatot kérünk.

A *cikk címe* röviden, tömören jellemezze a tartalmat. A szerkesztő bizottság — szükség esetén — fenntartja magának a jogot a cím módosítására.

Egy-egy szakterületről teljes áttekintést csak kivételes esetben közlünk. Általában a tudományág már ismert tételeihez csatlakozóan kell a részletkérdéseket ismertetni.

Minden cikkhez — *külön oldalra gépelve* — legfeljebb 10–15 soros *összefoglalót* kell mellékelnie. Mivel ezt idegen nyelvre fordítatjuk, itt különösen ügyelni kell a világos, rövid mondatokban történő fogalmazásra, valamint arra, hogy az összefoglalás jól fedje a tartalmat. (A tartalmi összefoglaló ne legyen a cím kibővített megismétlése.)

Egy oldalon legfeljebb három szövegek közti javítás engedhető meg, ez azonban nem vonatkozik a betűhibák javítására. A javított szöveg világos, jól olvasható legyen; ezért a hibás szót vagy betűt kék tintával húzzuk át és a helyeset írjuk föléje. A *margóra javítást írni tilos*. Szavak vagy szövegrészek határozott áthúzással végrehajtott törlése nem számít javításnak.

## A KÉZIRAT RÉSZE

A kézirat alábbi önállóan tekinthető részeit mindig új oldalon kell kezdeni. A kézirat önálló részei:

1. A *cikk címe és összefoglalója*, amelyeket a kézirat első lapjára (lapjaira) kell írni és *két példányban* kell benyújtani. A *címet* a lap felső szélétől 5 cm-re kell kezdeni. A cím legyen rövid, de adjon tájékoztatást a cikk tárgyáról. A cím alá egy sor kihagyásával kerül a szerző(k) neve és munkahelyének neve (nem a név rövidítése!) és székhelye, valamint a szerző(k) lakcíme (ez utóbbira az adólevonási rendelkezések megtartása miatt van szükség).

További egy sor kihagyása után kezdjük a *cikk összefoglalóját*, amelyet a kézirat nyomdai előkészítésével egyidejűleg orosz, német vagy angol nyelvre fordított a szerkesztőség. Az összefoglalónak legfeljebb 20 sorban a cikktartalomról kell az olvasót tájékoztatnia, ezért legyen tömör, de a lényeget kidomborító. Kerüljük az előzmények, a cikk tárgyát képező vizsgálatokat kezdeményező és az azokon résztvevő személyek (vállalatok, intézmények) felsorolását, a felesleges jelzők és szóvirágok használatát és a cím kibővített ismétlését. Fogalmazáskor gondoljunk arra, hogy a magyar nyelvet nem ismerő szakember csak idegen nyelvű összefoglaló alapján tudja eldönteni, hogy a cikk érdekl-e vagy sem?

Valamilyen *rendezvényen* (konferencián, ankéton stb. tartott, illetve annak rendezőségéhez benyújtott előadás vagy annak felhasználásával készített cikk *kézirata* esetében lábjegyzetben közölni kell a rendezvény megnevezését, helyét, időpontját és a rendező szerv(ek) (egyesület, intézmény) nevét.

2. A *cikk szöveges része*, amelyet a korábban említett módon, folytatólágyan oldalszámozva, az alábbiakra figyelemmel kell írni:

a) A cikk önállóan tekinthető részeit *kívánatos* címekkel, alcímekkel ellátni és a *cikket így fejezetekre és alfejezetekre tagolni*. Ez megkönnyíti az olvasó tájékozódását a cikk tartalmáról, a cikk megértését és a mondanivaló emlékeztetbe vésését.

b) A magyar helyesírás szabályaiban felsorolt, valamint a nemzetközi tudományos irodalomban használatos (pl. a mértékegységek, az elemek és vegyületek stb. jelölésére használt) rövidítések kívül a *félreérthető és az egyéni, önkényesen választott rövidítéseket* kerülni kell. Ha ilyenek használata indokolt, akkor itt, ahol az a szövegben először fordul elő, a rövidítést értelmezni kell.

Mindenhol az *SI rendszer mértékegységei* használandók (lásd: „Fizikai mértékegységek neve, jele és mértékegysége” című szabvány MSZ 4909/—11—70). Az elemek, vegyületek, ásványok stb. helyes írására *Erdey-Grúz: A magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályai* (1—3. kötet. Bp. Akadémiai Kiadó, 1972—1974.) irányadó.

A *betűszók és szóösszevonások* (pl. ENSZ, NIM, OBF, OVIT, OÉA, ÁBBSZ stb.) teljes szövegét első előfordulásuk helyén zárójelbe téve kell írni. Azok jelentését ugyanígy nem minden olvasó ismeri, külföldi olvasónak érthetetlenek és idegen nyelvre lefordíthatatlanok.

c) A *képletek írására* különös gondot kell fordítani. A bonyolult és a sok, géppel nem írható betűt tartalmazó képleteket célszerű jól olvasható kézírással beírni (szabályos betűkkel berajzolni). A képletek és egyenletek közül az oldal jobb oldalán csak azokat jelöljük meg, amelyekre a szövegben, a továbbiak során a sorszám megjelölésével hivatkozunk. A képlet és sorszám közötti helyet kipontozni nem szabad.

A szorzás jele általában a tényezők közé, a sor félmagasságában iktatott pont. A szorzás jelét csak akkor kell kitenni, ha a két szomszédos tényező tört, ha ezzel zárójelet takaríthatunk meg és ha szám-tényezőkkel kell egymástól elválasztani. Egyébként



elegendő a tényezőket üres betűhelyek kihagyásával egymás mellé írni.

d) Mind a képletekben, mind a szövegben előforduló és géppel nem írható betűket és írásjeleket megnevezésükkel a margón is tüntessük fel (pl.  $\alpha$  = görög alfa). Ugyanez vonatkozik a géppel írható, de esetleg félérthető betűkre és számokra. Pl. 0 (nulla) vagy O (nagy betű; x (csillag), vagy x (szorzás jele), vagy x (betű). Ha az írógépen nincs gömbölyű zárójel, helyette törtvonal csak akkor írható, ha az semmiképpen sem érthető félre (képletekben mindig gömbölyű vagy/és rajzolt zárójel kell használni). Egyébként a zárójel mindig utólag, kézzel kell barajzolni. Ugyancsak rajzolni kell a képletekben vagy a szövegben valamilyen mennyiség jelölésére használt kis l betűt, amely egyébként könnyen 1 (egy) számjegynek olvasható.

e) Az irodalomjegyzékben sorszámmal ellátva felsorolt forrásokra a szövegben úgy utaljunk, illetve hivatkozunk, hogy az idézet vagy utalás végén, a szöveg megfelelő helyén tegyük szögletes zárójelbe a vonatkozó irodalmi forrás sorszámát, a következő példák szerint: [3]; (Vö. [4] p: 32–40.); [2, 5, 8], [3–7]. Kerüljük az ilyen jellegű hivatkozásokat: „a [8] irodalom szerint...”; „az [5] irodalomban olvasható...”.

f) Ha a cikkben legfeljebb öt lábjegyzet fordul elő, a lábjegyzeteket annak az oldalnak az aljára gépeljük (a 25 soron belül), ahol arra a szövegben utalás, illetve jelzés van. A lábjegyzet jele a szövegben felső indexbe ütött jel vagy sorszám. A „Lábjegyzet” szót és számát vagy jelét az elé a sor elé kell írni a margóra, amelyikben az illető a lábjegyzet száma vagy jele van. A lap alján a lábjegyzet első sorával azonos sorban a margóra szintén leírjuk a lábjegyzet szót.

Ötnél több lábjegyzet esetében a lábjegyzeteket a szövegben sorszámmal jelöljük és a kézirat végén (lásd az 5. pontot) a lábjegyzeteket jegyzékbe foglaljuk.

g) Itt hívjuk fel a figyelmet arra, hogy a táblázatok és az ábrákat nem szabad a cikk szöveges részébe illeszteni. Eppen ezért azokat mindig (még ha csak egy-egy is van belőlük) sorszámmal kell ellátni és helyüket a lap bal margóján, a szöveg megfelelő helyén kell megjelölni (pl. 1. ábra; 4. táblázat).

3. Az irodalomjegyzék azoknak az irodalmi forrásoknak a felsorolása, amelyeket a szerző a cikk írásához felhasznált, vagy amelyekre a szövegben utalt. A cikk végére kerülő jegyzék elé címként többnyire elegendő annyit írni: Irodalom. Az egyes tételeket lássuk el sorszámmal (de ne tegyünk a szám után pontot), és a számot tegyük szögletes zárójelbe. A jegyzék tételeinek sorrendjét többnyire a szövegben való hivatkozás szabja meg. A tételek felsorolása a szerzők nevének betűrendje szerint csak nagyon bőséges bibliográfia esetén indokolt.

A jegyzeteknek az ítt feltüntetett sorrendben kell az irodalmi forrás alábbi adatait tartalmaznia:

a) szerző(k) neve (csak a vezetéknev és a keresztnév (-nevek) kezdőbetűje); idegen szerző esetén a vezetéknev -s a keresztnév kezdőbetűje közé vesszőt teszünk; ha a szerzők száma háromnál nem több, akkor valamennyi szerző nevét fel kell tüntetni és az egyes neveket gondolatjellel kell elválasztani; háromnál több szerző esetén az első szerző neve mellé azt kell írni: és szerzőtársai;

a) könyv vagy cikk (tanulmány stb.) címe eredeti nyelvén;

könyv esetében: a kiadás száma (ha nem az első kiadásról van szó), több kötetes mű esetében a kötet száma, a megjelenés helye és éve, a kiadó neve (esetleg a terjedelme, azaz oldalainak száma (pl.: 387 p.), vagy annak az oldalnak a száma (pl.: p: 225.), melyre a szerző kifejezetten hivatkozni akar);

folyóiratcikk esetében: a folyóirat teljes címe, évfolyama, illetve kötete, a megjelenés éve és az évfolyamon belüli sorszáma, valamint a cikk terjedelme (oldaltól oldalig, pl.: p: 304–317.);

szabvány esetében a kiadvány nyelvén és írásmódján kell közölni a szabvány

— jelét és számát, teljes címét,

— hatályba lépésének keltét (vagy megjelenésének időpontját).

Ha a szerző egy általa felhasznált forrásmunka irodalomjegyzékében talált adatra hivatkozik — anélkül, hogy az eredetit látta volna —, akkor elegendő az ott talált adatokat közölni. Ilyen esetben az adatok után n. v. (*non vidi* = nem láttam) rövidítést kell írni.

Az irodalomjegyzék helyes összeállításában segítenek az alábbi példák:

a) Könyvek esetében:

[1] Scheffer V.: Geofizikai kutató módszerek. Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat, 1951.

Két vagy több szerző esetén a nevek között hosszú kötőjelet alkalmazunk.

[2] Demeter J.—Szabady J.—Szandtner F.: Villamosgép gyártástechnológiája. I. kötet. Tankönyvkiadó, 1952.

Idegen szerzők esetén a szerzők családnéve után vesszőt teszünk.

[3] Beckmann, W.—Schwenk, W.: Theorie und Praxis der elektrochemischen Schutzverfahren. Verlag Chemie GmbH Berlin, 1971.

b) Folyóiratok esetében a szerzők nevét illetően a fentiek szerint kell eljárni. A cikk címét ez esetben is eredeti nyelven kell megadni, de az évszámot a leírás végén zárójelbe tesszük.

[6] Riley, H. G.: A short cut to stabilized gas well productivity. J. Pet. Tech. 5 5537–42 (1979).

Az orosz szövegeket betű szerint (nem kiejtés szerint) kell átírni. A kötettszámot kettős aláhúzással (3),

[4] Bonnar, R. U.—Dimbat, M.—Stross, F. H.: Number average molecular weights. Intersci. N. Y.; 1958.

[5] Éjgelesz, R. M.: Razrusenie gornüh porod pri burenii. Nedra Moszkva, 1971.

a folyóirat számát egyes aláhúzással (11) adjuk meg. Az oldalakat lehetőleg -tól -ig ajánlatos feltüntetni hosszú kötőjellel (32–6, 46–52, 114–6, 118–22, 196–203).

Ha azonos nevű, de más-más országban megjelenő folyóiratról van szó, a folyóirat megnevezése után zárójelben meg kell adni a megjelenés helyét is, pl. Nafta (Zagreb), vagy Nafta (Katowice). Ha egy éven belül a folyóirat kötettszáma változik, pl. Wordl Oil-ből egy éven két kötet jelenik meg 1-től 7-ig terjedő számmal, akkor legcélszerűbb a hónapot kiírva megadni. Pl. Wordl Oil, December 39–46 (1972).

c) Egyéb kiadványok:

[8] MSZ 13 802.

[9] Strádi G.: Jelentés a propán-butángáz tűzoltói kísérletekről. BM—TOP 2219/7ú. számú téma. Bp. 1970. IX. 17.

[10] Operating and service manual of vapor pressure osmometer. Hewlett-Packard.

Amennyiben a szerző irodalmi forrásmunkákat nem sorol fel, az irodalomjegyzék helyett kérjük arra vonatkozó nyilatkozatát, hogy a cikk írásakor ilyeneket nem vett igénybe.

4. Az „Ábraaláírások” a sorszámozott ábrák alá nyomtatandó ábracímek jegyzéke. Ha az ábrához a szövegben kellő magyarázat olvasható és a szerző ezért a szöveges ábracímeket feleslegesnek tartja, akkor az „Ábraaláírások” felíratú jegyzék az ábrák külön sorokba írt sorszámból áll. Pl.:

1. ábra
2. ábra
3. ábra
4. ábra

A jelmagyarázatban meg kell ismételni az ábrán használt betű- vagy számjeleket.

Máshonnan átvett ábrák csak a forrás megjelölésével közölhetők.

5. A „Lábjegyzetek” című jegyzékben (ha ilyen készítése szükséges) a sorszámozott lábjegyzetek elé írjuk, hogy a kézirat hányadik oldalához tartozik a lábjegyzet. Pl.:

3. oldalhoz <sup>1</sup>Hazánkban nem használatos.

8. oldalhoz <sup>101</sup> karát = 0,2 g

6. A kézirat következő részét a „táblázatok” képezik, amelyeket táblázatonként külön-külön lapra kell gépelni. Táblázat formájában készítsünk minden olyan kimutatást, adatfelsorolást, amely a nyomtatott szövegben a hasáb (oldal) alján nem szakítható meg,



tehát kíváncsi, hogy teljes egészében ugyanarra az oldalra kerüljön.

A táblázatokat arab számokkal számozzuk meg (a táblázat jobb felső sarkán) abban a sorrendben, ahogyan egymást a szövegben követik. A táblázatokat célszerű címmel ellátni és azt a táblázat fölé kell írni.

A *sortávolság* a táblázatban *nem lehet kisebb, mint másfeles*. Ezért nagyobb táblázatokat célszerű A3 méretű papírra gépelni. Ügyeljünk arra, hogy a fejrészbe és az első függőleges, ún. „vezéroszlopba írt szöveg is világosan olvasható és érthető legyen (lásd: A kézirat részei 2/b és 2/d pontját). A kinyomatott táblázat *Lapunk* oldalának tükörméretét nem haladhatja meg, ezért az álló táblázat szélessége 100, a fekvő táblázaté pedig 150 leütésnél nem lehet több. Ha a táblázat szélessége ezeket az értékeket, sorainak száma pedig az 50-et meghaladja, a szerző a táblázatot több részesre vagy több oldalasra készítse, és azokat lássa el olyan jelöléssel, hogy összetartozásuk félreérthetetlen legyen.

7. A kézirat gépelt része után sorolandó ábrákat lehetőleg a közlésre szánt méretben készítsük el. A raj-

zokat a szerkesztőség átrajzoltatni nem tudja, így csak pauszrajzokat áll módunkban elfogadni.

A fényképfelvételekből jól exponált fényes, fehér papíron készített tiszta, gyűretlen, 6 x 9, 9 x 13 vagy 9 x 18 cm méretű másolatokat kérünk benyújtani. (Gemkapoccsal ne rögzítsük a fényképeket egymáshoz vagy papiroshoz, mert a gemkapocs okozta gyűrődés nyomot hagy a klisén.) Ha a *fényképen* a szöveghez kapcsolódó szám- és betűjelzések vagy egyéb *jelölések feltüntetése szükséges, akkor a fényképeket két példányban* kérjük beküldeni: az egyiket jelölések nélkül, a másikat a szükséges jelölésekkel ellátva. A nyomda részére a tiszta példányon mi készítettjük el a jelöléseket.

*A fényképeket papírra ragasztani tilos!*

Az *ábrák* (rajzok, fényképek) *hátdoldalán* (a fényképekre puha grafitceruzával (a szerző(k) nevét és az ábra számát fel kell tüntetni. Amennyiben az ábráról félreérthetetlenül nem állapítható meg, hogy melyik az alja, illetve teteje (lába, ill. feje), ezt is az ábra hátdoldalán kell jelölni.







## СОДЕРЖАНИЕ

Хингл Йожеф - Дорман Йожеф: Технологические проблемы и задачи в области буровых растворов во время бурения геотермических скважин — — — — — — — — — —	3
Дравуц Имре — Биро Петерне: Разработка и исследование полимерных добавок с низким содержанием твердой фазы — —	11
Дорман Йожеф: Полимер электролитовые системы без содержания твердой фазы для увеличения скорости бурения — — —	21
Молнар Йенё: Опыты поочередных использований обращенных эмульсий — — — — — — — — — — — — — — — — — —	25
Д - р Берлингер Хенрик - Молнар Йенё: Исследование осмотических и ионотранспортных свойств мергелей — — — — — —	33
Папп Ласло: Исследование коррозии бурового инструмента в среде бурового раствора — — — — — — — — — — — — — —	39
Мадьяр Йожеф-Меидл Антал: Опыты промышленного исследования новых типов буровых растворов на месторождении Санк	45
Д - р Ёдён Алликвандер: Буровое профилирование — — — — —	49
Тороньи Лайош: Некоторые аспекты планирования при цементировочных работах — — — — — — — — — — — — — —	63
Швендтнер Имре: Современные генгерские шарошечные долота —	69
Швендтнер Имре - Ос Арпад: Новый забойный двигатель - винтовой двигатель — — — — — — — — — — — — — — — — — —	71
Ос Арпад: Исследование отработок долот по месторождению Форрашкунт — — — — — — — — — — — — — — — — — —	75
Барабаш Ласло: Наша деятельность в Ираке имеет 10 лет — —	79
Чат Бела: Глубокое бурение и разведка на воду во второй половине XIX в. - Формирование добычи воды в Венгрии: век разведчиков на воду из семьи Жигмонди — — — — — — — — — —	81
Буда Эрнэ: Техническое развитие в области предотвращения выбросов с учетом опыта приобретенного при ликвидации газового выброса в районе Жана — — — — — — — — — — — — — —	84
СООБЩЕНИЯ ОТ РЕДАКЦИИ — — — — — — — — — — — — — —	91











